

# Kaivosten stressitestit 2013

**Tero Välisalo (toim.), Timo Jouttijärvi, Antti Kallio,  
Sari Kauppi, Päivi Kauppila, Hannu Komulainen,  
Juha Laasonen, Jutta Laine-Ylijoki, Minna Leppänen,  
Jussi Reinikainen ja Margareta Wahlström**







## Kaivosten stressitestit 2013

**Tero Välisalo (toim.), Timo Jouttijärvi, Antti Kallio,  
Sari Kauppi, Päivi Kauppila, Hannu Komulainen,  
Juha Laasonen, Jutta Laine-Ylijoki, Minna Leppänen,  
Jussi Reinikainen ja Margareta Wahlström**



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

YMPÄRISTÖMINISTERIÖN RAPORTTEJA 2 | 2014  
Ympäristöministeriö  
Ympäristönsuojeluosasto

Taitto: Marianne Laune  
Kansikuva: Tapio Heikkilä, YHA-Kuvapankki

Julkaisu on saatavana vain internetistä:  
[www.ym.fi/julkaisut](http://www.ym.fi/julkaisut)

Helsinki 2014

ISBN 978-952-11-4269-7 (PDF)  
ISSN 1796-170X (verkkokj.)

## ESIPUHE

Kaivosten stressitestit päätettiin toteuttaa Talvivaaran kaivoksella marraskuussa 2012 sattuneen vesistövahingon jälkeen. Testimenetelmä kehitettiin ympäristöministeriön vetämässä epävirallisessa asiantuntijaryhmässä keväällä 2013 yhteistyössä työ- ja elinkeinoministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön kanssa.

Varsinainen stressitestausta perustui kaivoksille lähetettyyn kyselyyn, jossa selvitettiin näiden varautumista erikseen määriteltyihin poikkeustilanteisiin. Ympäristöministeriö asetti ryhmän arvioimaan kaivosten laatimia vastauksia. Arviointiryhmän koordinaattorina toimi tutkija Tero Välisalo VTT:ltä. Ryhmän muut jäsenet olivat erikoistutkija Päivi Kauppila Geologian tutkimuskeskuksesta, tutkimusprofessori Hannu Komulainen Terveiden ja hyvinvoinnin laitokselta, erikoistutkija Margareta Wahlström ja erikoistutkija Jutta Laine-Ylijoki VTT:ltä, tutkija Antti Kallio Säteilyturvakeskuksesta, tutkimusinsinööri Jussi Reinikainen ja tutkija Sari Kauppi Suomen ympäristökeskuksesta, senior consultant Juha Laasonen Suomen suurpadot r.y.:stä ja yliopisto-opettaja Minna Leppänen Tampereen teknillisestä yliopistosta.

Arviointiryhmä on laatinut kaivosten stressitestausta koskevan loppuraportin. Kirjoitustyöhön on osallistunut myös projektipäällikkö Timo Jouttijärvi Suomen ympäristökeskuksesta. Raporttiin on koottu stressitestauksen keskeiset tulokset ja huomiot sekä näiden pohjalta laaditut kehittämissuhteet. Asiantuntijaryhmän työn tuloksena syntyi huomioita ja havaintoja myös varsinaisten stressitestivastausten ulkopuolelta. Myös nämä on sisällytetty raporttiin.

Kiitän niin stressitestimenetelmän kehittämisessä kuin arviointiryhmässä mukana olleita asiantuntijoita innostuneesta ja innovatiivisesta työstä. Haluan myös kiittää stressitestiin osallistuneita kaivoksia ja toivon, että testin tulokset ja johtopäätökset auttavat niin toiminnanharjoittajia kuin viranomaisia kaivosten ympäristöturvallisuuden kehittämisessä.

Helsingissä 31.1.2014

ympäristöneuvos Anna-Maija Pajukallio



## SISÄLLYS

<b>Esipuhe</b>	3
<b>1 Johdanto</b>	7
<b>2 Stressitestimenetelmän kehittäminen</b>	8
2.1 Vahinkoselvitys ja kaivosvalinta	9
2.1.1 Vahinkoselvitys	9
2.1.2 Kaivosvalinta	12
2.2 Vapaa ideointi	15
2.3 Kysymyspatteriston koostaminen	15
2.4 Stressitestikyselyn laatiminen	15
2.5 Stressitestin lähettäminen kaivoksille ja kyselyn fasilitointi	18
2.6 Stressitestikyselyn vastausten arviointi	18
<b>3 Rajaukset</b>	19
<b>4 Tulokset</b>	20
4.1 Yleistä	20
4.2 Riski 1: Suuri sadanta tai valunta	22
4.3 Riski 2: Patoaltaiden rakenteet	25
4.4 Riski 3: Haitta-aineiden kulkeutuminen	30
4.5 Riski 4: Sähkökatkot	34
4.6 Riski 5: Riskien arviointi	36
4.7 Riski 6: Viestintä	38
4.8 Riski 7: Ilkivalta tai sabotaasi	39
<b>5 Tulosten vertailtavuus</b>	41
<b>6 Johtopäätökset ja suositukset</b>	42
6.1 Stressitestivastausten perusteella tehdyt suositukset	42
6.1.1 Vesien hallinta	42
6.1.2 Kaivannaisjätteiden ja vesialtaiden pato- ja pohjarakenteet	43
6.1.3 Ympäristöpäästöjen ja -vaikutusten arviointi	44
6.1.4 Vahinkoihin varautuminen, tiedottaminen ja ilkivaltaan varautuminen	45
6.1.5 Sähkökatkoksien varautuminen	45
6.2 Huomioita ja suosituksia stressitestivastausten ulkopuolelta	45
<b>7 Yhteenveto</b>	48

<b>Lähdeviitteet</b> .....	49
<b>Liitteet</b> .....	50
Liite 1: Testattavat kaivokset ja niiden valintakriteerit.....	50
Liite 2: Stressitestien kyselylomake.....	52
Liite 3: Kaivosten itsearviointien koontitaulukko.....	58
Liite 4: Kaivosten ja rikastamojen vastaukset hydrologisen riskin hallitsemiseksi. ....	59
Liite 5: Kaivosten ja rikastamojen ilmoittamia keinoja vuotojen ja patovaurioiden hallitsemiseksi. ....	61
Liite 6: Yleistä kaivannaisjätealueista ja patoturvallisuudesta.....	62
Liite 7: Stressitestiin osallistuneiden kaivosten ja rikastamojen pato- ja allasturvallisuudesta.....	73
Liite 8: Kaivosten ja rikastamojen vastaukset sähkökatkosten hallitsemiseksi. ....	82
Liite 9: Riskien arvioinnista .....	83
Liite 10: Kaivoskohtainen arviointi, Ihalaisen kaivos .....	86
Liite 11: Kaivoskohtainen arviointi, Jokisivun kaivos .....	87
Liite 12: Kaivoskohtainen arviointi, Kemi .....	88
Liite 13: Kaivoskohtainen arviointi, Kevitsa.....	89
Liite 14: Kaivoskohtainen arviointi, Kittilä .....	90
Liite 15: Kaivoskohtainen arviointi, Kylylahti .....	92
Liite 16: Kaivoskohtainen arviointi, Laiva .....	94
Liite 17: Kaivoskohtainen arviointi, Luikonlahti.....	95
Liite 18: Kaivoskohtainen arviointi, Nilsiä .....	96
Liite 19: Kaivoskohtainen arviointi, Orivesi.....	98
Liite 20: Kaivoskohtainen arviointi, Pahtavaara .....	99
Liite 21: Kaivoskohtainen arviointi, Pampalo .....	100
Liite 22: Kaivoskohtainen arviointi, Punasuo-Lahnaslampi.....	101
Liite 23: Kaivoskohtainen arviointi, Pyhäsalmi.....	102
Liite 24: Kaivoskohtainen arviointi, Sälkä .....	103
Liite 25: Kaivoskohtainen arviointi, Siilinjärvi .....	104
Liite 26: Kaivoskohtainen arviointi, Talvivaara .....	106
Liite 27: Kaivoskohtainen arviointi, Tytyri .....	108
Liite 28: Kaivoskohtainen arviointi, Vammala.....	109
Liite 29: Kaivoskohtainen arviointi, Vuonos .....	111
 Kuvailulehti .....	112
Presentationsblad.....	113



# 1 Johdanto

Talvivaaran kaivoksella marraskuussa 2012 sattuneen vesistövahingon jälkeen Suomen hallitus päätti, että kaivoksille tehdään stressitestit.

Ympäristöministeriö asetti 10.1.2013 kaivosten ympäristöturvallisuus -viranomaisyöryhmän (lyh. KYTU). Ryhmän toimikausi päättyi 31.1.2014. Ryhmän tehtävänä oli arvioida viranomaisten tehtäviä, toimivaltaa, ohjauskeinoja ja yhteistyötä kaivosten ympäristövahinkojen ehkäisemisen kannalta. Työn lopputuloksena syntyi sekä kehittämisehdotuksia että esityksiä lainsäädännön muuttamiseksi. Eräänä työkaluna KYTU-työryhmällä oli kaivosten stressitestit.

Kaivoksille ei ollut olemassa poikkeuksellisiin/äkillisiin ympäristövaikutuksiin kohdentuvaa stressitestimenettelyä, vaan työryhmä käynnisti kehitystyön itse keväällä 2013. Tätä varten ympäristöministeriö (YM) perusti yhdessä työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) ja maa- ja metsätalousministeriön (MMM) kanssa helmikuussa 2013 Ad hoc -ryhmäksi kutsutun työryhmän, jonka tehtävänä oli kaivosten stressitestauksen suunnittelu.

**Kaivosten stressitestien avulla selvitettiin, miten kaivokset ovat varautuneet ympäristövahingon vaaraa mahdollisesti aiheuttaviin poikkeuksellisiin tilanteisiin. Tavoitteena oli kehittää riskien hallintaa ja löytää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä. Näin voidaan edistää hyvien menettelytapojen käyttöönottoa myös muilla kaivoksilla ja soveltuvien osin myös muilla teollisuudenaloilla.**

Testien tuloksia hyödynnettiin KYTU-työryhmän työssä. Tulokset palvelevat myös toiminnanharjoittajia, lupa- ja valvontaviranomaisia sekä asiantuntijalaitoksia kaivosten ympäristöturvallisuuden kehittämisessä.

Stressitestien suunnitteluun osallistuvat ympäristöministeriön johdolla TEM, MMM, Suomen ympäristökeskus (SYKE), Geologian tutkimuskeskus (GTK), VTT, Säteilyturvakeskus (STUK), Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (KAI-ELY), Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL) ja Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes).

Stressitestauksen ensimmäisessä vaiheessa kaivokset arvioivat itse toimintaansa kysymyslomakkeen avulla. Tämän jälkeen ympäristöministeriön nimeämä asiantuntijaryhmä kävi läpi kaivosten itsearviointit ja antoi niistä palautetta. Asiantuntijaryhmään nimettiin asiantuntijat SYKE:stä, GTK:lta VTT:lta, THL:stä, STUK:sta, Tampereen teknillisestä yliopistosta (TTY) ja MMM:n esittämältä patoturvallisuus-asiantuntijalta (Suomen suurpadot r.y.).

Stressitestien kysymyslomakkeessa oli kuvattu seitsemän riskitilannetta, joihin liittyi yhteensä 15 kysymystä. Testattaviksi riskitilanteiksi valittiin mm. poikkeuksellisen suuri sadanta, joka vaikeuttaa vesien käsittelyä, varastointia ja poisjohtamista sekä patoaltaiden rakenteet, jotka eivät kestä poikkeuksellisen suuren vesimäärän aiheuttamaa räsitusta.

Tässä raportissa on kuvattu stressitestien kehittämistä, stressitestivastausten arvioinnissa syntyneitä havaintoja sekä niiden pohjalta tehtyjä johtopäätöksiä ja suosituksia. Kaivosten arviointipalautteet ovat liitteissä 10–29.

Asiantuntijaryhmän työn tuloksena syntyi huomioita ja havaintoja myös varsinaisten stressitestivastausten ulkopuolelta. Myös nämä on sisällytetty raporttiin.

## 2 Stressitestimenetelmän kehittäminen

Kaivosten stressitesti kehitettiin keväällä 2013 asiantuntijaverkostossa, jossa oli mukana jäseniä työtä ohjaavista ministeriöistä (YM, TEM, MMM) sekä asiantuntijalaitoksista ja virastoista (SYKE, VTT, GTK, STUK, TUKES, KAI-ELY sekä THL). Myös Kaivannaisteollisuus r.y.:tä kuultiin menetelmän kehittämisvaiheessa.

Kaivosten stressitestin menetelmäkehityksen ideoinnin pohjana käytettiin European Nuclear Safety Regulators Groupin (ENSREG) v. 2011 EU-alueen ydinvoimalaitoksille tekemää ydinvoimalaitosten stressitestiä [1]. ENSREGin kehittämien stressitestien on määritetty olevan suunnattuja ydinvoimalaitosten turvallisuusmarginaalien uudelleenarviointeja. Ydinvoimalaitosten stressitestivastaukset ovat julkisia ja ne ovat luettavissa ENSREGin www-sivuilla osoitteesta <http://www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests>.

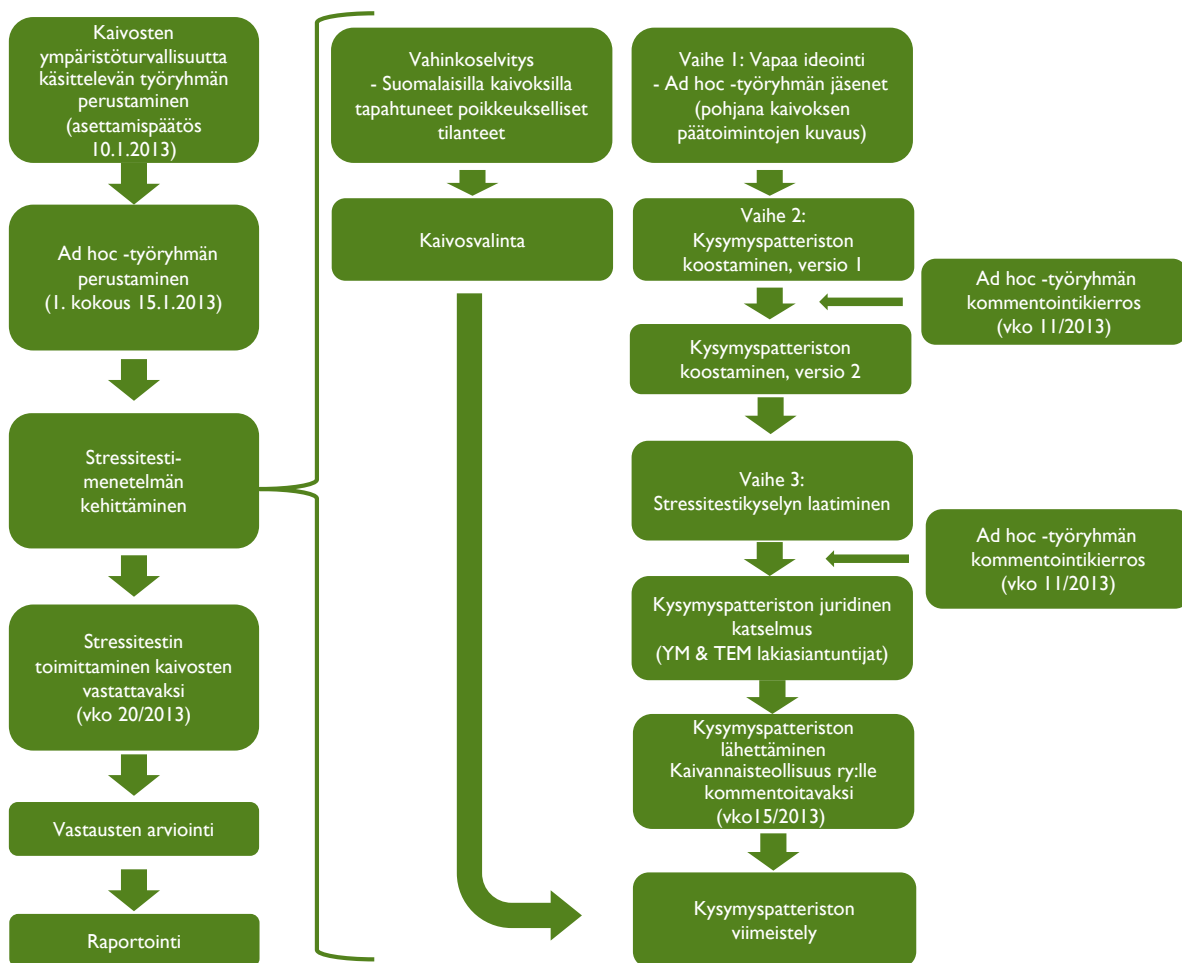
Kaivosten stressitestin luomista varten perustettiin ns. Ad hoc -työryhmä, johon kuuluivat seuraavat henkilöt:

- YM: ympäristöneuvos Anna-Maija Pajukallio
- MMM: vesiylitarkastaja Katri Vasama, vesihallintoneuvos Jaakko Sierla
- TEM: kaivosylitarkastaja Riikka Aaltonen, toimialajohtaja Kirsti Loukola-Ruskeeniemi
- KAI-ELY: ylitarkastaja Raija Urpelainen,
- SYKE: projektipäällikkö Timo Jouttijärvi, tutkija Sari Kauppi, yksikönpäällikkö Markku Maunula, yksikönpäällikkö Kimmo Silvo
- Tukes: yli-insinööri Anne-Mari Lähde, johtaja Päivi Rantakoski
- VTT: tutkimusprofessori Olli Salmi, johtava tutkija Markku Reunanen, tutkija Tero Välisalo
- STUK: toimistopäällikkö Mika Markkanen
- GTK: erikoistutkija Marja-Liisa Räisänen, malminetsintäpäällikkö Hannu Makkonen
- THL: tutkimusprofessori Hannu Komulainen

Kaivoksilla tapahtuneista ympäristöongelmista ja -onnettomuuksista johtuen oli selvää, ettei kaivosten stressitestausta voitu rajata yhtä voimakkaasti kuin ENSREGin laatimassa ydinvoimalaitosten stressitestissä, vaan kaivosten stressitestiltä vaadittiin laaja-alaisuutta. Stressitestimenettely pyrittiin kuitenkin pitämään mahdollisimman tiiviinä, jotta testaus pystyttiin toteuttamaan olemassa olevilla resursseilla ja aikataululla.

Stressitestimenettely eroaa periaatteeltaan oleellisesti yleisesti käytössä olevista riskianalyysimenetelmistä. Riskianalyysissä pääpaino on tavanomaisesti vaarallisten tai haitallisten tilanteiden tunnistamisessa, joille analyysissä määritetään tapahtumaketjut (syy-seuraus), tilanteen kriittisyys todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden suhteen sekä ideoidaan parannustoimenpiteitä. Stressitestissä poikkeuksellista kuormitusta aiheuttava tilanne annetaan riskianalyysistä poiketen valmiina, tunnistamistyötä ei tehdä. Pääpaino stressitestissä on määrittää, miten annettuun tilanteeseen on varauduttu tai miten tilanteesta selvittää sen ilmetessä. Kaivosten stressitestissä keskityttiin selvittämään, miten stressitestiin osallistuvat kohteet ovat varautuneet esitettyyn stressaavaan tilanteeseen.

Kaivosten stressitestimenettelyn kehittämisprosessi on esitetty kuva 1:ssä.



Kuva 1. Kaivosten stressitestin kehittämisprosessi.

## 2.1

### Vahinkoselvitys ja kaivosvalinta

#### 2.1.1

##### Vahinkoselvitys

Poikkeukselliset tilanteet kaivoksilla voivat liittyä esimerkiksi kaivoksen suunnittelun ja rakentamisen aikaisiin virheisiin jäte- ja vesialtaiden pato- tai pohjarakenteessa, työvirheisiin ja hydrologisiin ääri-ilmiöihin (sadanta, sulamisvedet). Rikastusprosessin häiriöt, jätevesijärjestelmän laitteistorikot, ylivuodot ja äkillinen tulviminen jätevesien juoksutusosajossa saattavat aiheuttaa häiriöitä vesien hallinnassa. Jäteliettä voi tulla kaivoksilta ympäristöön osin samoista syistä ja esimerkiksi patosortuman seurauksena. Onnettomuudet (esimerkiksi kemikaalivuodot, räjähdykset ja tulipalot) voivat aiheuttaa poikkeuksellisia ilmaan kohdistuvia kaasuja ja/tai pienhiukkaspäästöjä. Myös pitkäaikainen alueellinen sähkökatkos tai jopa ilkeiden mahdollisuus on otettava huomioon poikkeuksellisten tilanteiden aiheuttajana.

Vahinkoselvityksen tarkoituksena on ollut kartoittaa suomalaisilla kaivoksilla tapahtuneita poikkeuksellisia tilanteita, onnettomuuksia ja ympäristöuhkaa aiheuttavia tilanteita ja saada sen perusteella mahdollisimman kattava kuva erilaisista, mahdollisesti ympäristövahinkojen syntyyn johtavista poikkeustilanteista kaivoksilla. Vahinkoselvitysaineisto on tuotettu stressitestikysymysten laadinnan ja testien toteuttamisen tausta-aineistoksi sekä kaivosympäristöturvallisuutta pohtivan viranomaistyöryhmän tausta-aineistoksi.

Vahinkotapauksia on selvitelty vuosilta 2005–2012. Tärkeimpinä tietolähteinä ovat olleet eri viranomaisten ylläpitämät rekisterit, joihin kerätään tietoa ilmoitusvelvollisuuksien perusteella.

- VAHTI-tietokanta: Ympäristöhallinnon ympäristönsuojelun tietojärjestelmä
- PRONTO: Sisäasiainministeriön ylläpitämä pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto
- VARO-rekisteri: TUKESin ylläpitämä vahinkorekisteri

Lisäksi on käyty läpi SYKEN ympäristövahinkoja koskevan projektin (ONSE<sup>1</sup>) aineisto kaivostapausten osalta. ONSE-projektissa on selvitetty ympäristöonnettomuuksia ja luontovahinkoja vuosilta 2006–2012 edellä mainittujen rekisteritietojen, mutta myös lehtitietojen ja tilannehuone.fi -palvelun perusteella. Vahinkoselvitysaineistoa on kaivosten osalta tarkistettu ja täydennetty ELY-keskusten kaivosvalvoijilta saaduilla tiedoilla ja PRONTO-tiedoilla.

Eri järjestelmistä ja lähteistä koostettiin mahdollisimman kattava perustietoaineisto kaivosten onnettomuus- ja vahinkotapauksista. VAHTI-tietokannan poikkeustilanteet oli jaoteltu veteen, ilmaan ja jätteisiin kohdistuviin tapauksiin sekä muihin tapauksiin, eikä näitä ilmoituksen vastaanottajan tekemiä valintoja muutettu. Perusaineiston koostamisen jälkeen poistettiin eri tietolähteiden mahdollisesti tuottamat päällekkäisyydet. Kerätyssä perusaineistossa oli hyvin vähän ympäristöviranomaisen toimenpiteitä vaatineita tapauksia. Tästä syystä perustietoaineistosta valittiin selvitykseen mukaan myös ne tapaukset, joilla katsottiin olleen jonkinasteista riskiä ympäristön kannalta kaivoksen ulkopuolella. Tapaukset, joista arveltiin seuranneen jonkinasteinen riski pohjavedelle, otettiin mukaan, vaikka alue olisi rajautunut vain kaivosalueen sisäpuolelle. Tulipaloja koskevat tapaukset otettiin tapausaineistoon mukaan niissä tapauksissa, joihin olisi liittynyt myös suuremman vahingon riski, mikäli tilannetta ei olisi saatu nopeasti hallintaan. Aineisto antaa hyvän kuvan ympäristöriskejä aiheuttaneista ympäristövahinkotilanteista, vaikkakaan sitä ei voida pitää tyhjentävänä listauksena kaikista potentiaalisista riskitilanteista ajanjaksolla 2006–2012.

Selvitykseen valitun aineiston keskittyessä pitkälti vahingon alkutilanteen kuvauksiin, ei jatkotoimista eikä onnettomuuden vaikutuksista saatu tämän selvityksen puitteissa sellaista tietoa, jonka perusteella olisi pystytty arvioimaan todellisia vahinkoja tai konkreettista riskiä ympäristölle. Aineisto kuvaa enemmän uhkatilanteiden esiintymistä ja sitä, minkä tyyppisistä alkutilanteista mahdolliset ympäristövahingot voisivat kaivoksilla tyypillisesti seurata. Todellista riskinarviointia ei selvityksen perusteella voinut tehdä, vaan kerätty aineisto kuvasi kaivoksilla tapahtuneiden uhkatilanteiden esiintymistä ja niiden laatua tapahtumahetkellä tai pian tapahtuman jälkeen. Selvityksen pohjalta voitiin havaita määrällisesti suurimmaksi uhkaksi ympäristöturvallisuudelle veteen kohdistuvat poikkeustilanteet ja suunnata stressitestissä esitettyjä poikkeustilanteita vesien hallintaan liittyviksi.

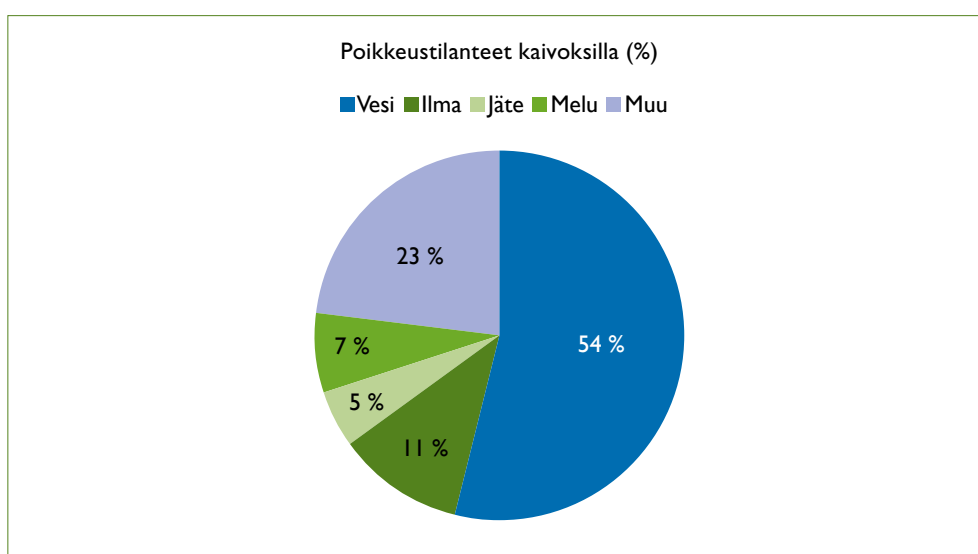
Kerätty aineisto on yhdistetty ja luokiteltu vahinkotyypeittäin ja siitä on karsittu pois ympäristön kannalta vähäiset tai merkityksettömät poikkeustilanteet kuten esimerkiksi tarkkailussa havaitut pienet luparajan ylitykset. Sitä vastoin esimerkiksi hydrologisten ääri-ilmiöiden (sateiden aiheuttamat tulvat jne.) aiheuttamat ongelmatilanteet on otettu

<sup>1</sup> Ympäristövahingot Suomessa vuosina 2006–2012 ([https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41754/SYKEra\\_35\\_2013\\_sivut\\_1\\_44.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41754/SYKEra_35_2013_sivut_1_44.pdf?sequence=1))

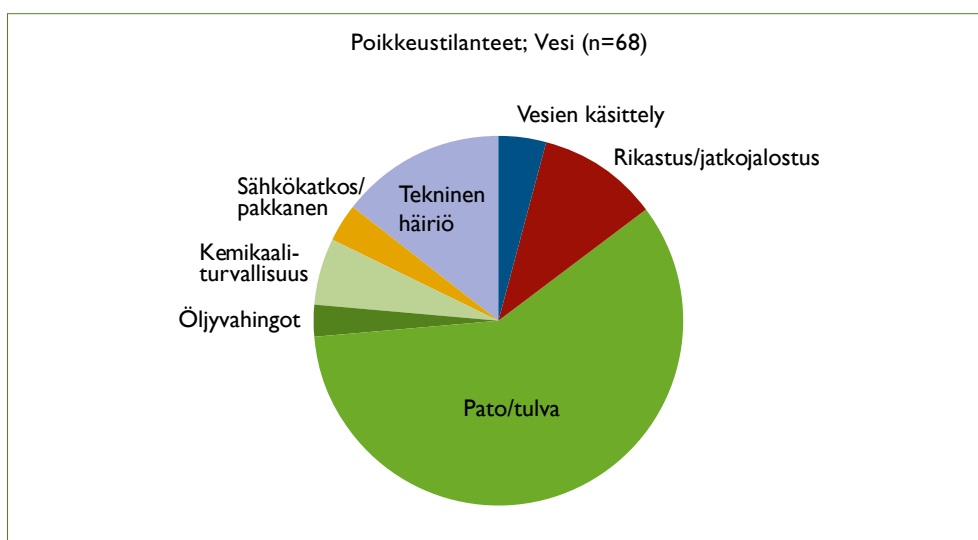
huomioon. Rajausten jälkeen aineisto kattaa 128 poikkeustilannetta, joista noin puolet (68 tilannetta) liittyy vesiasioihin (kuva 2). Neljännes poikkeustilanteista liittyy ilmaan kohdistuviin päästöihin, jätetasioihin tai aiheutettuun meluun ja neljännes johonkin muuhun tilanteeseen. Suurimmassa osassa tapauksista viranomaiset tekivät yhdessä kaivostoimijan kanssa jatkosuunnitelman tilanteen korjaamiseksi.

Valtaosa vesiin liittyvistä poikkeustilanteista on aiheutunut jätteiden ja vesien käsittelystä eli yleisemmin vesien hallinnasta sekä rikastustoiminnasta (kuva 3). Tyypillisiä tilanteita ovat olleet muun muassa patovuodot, altainen ylitäytöt, pienet onnettomuus- ja häiriötilanteet, putkirikot sekä rikastamon tai hydrometallurgisen prosessin häiriöt.

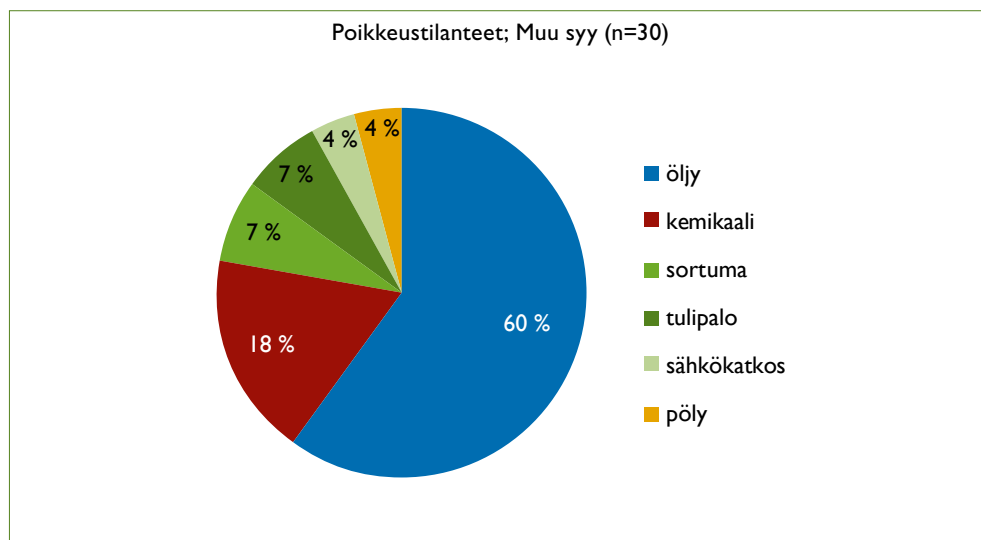
Ilmaan kohdistuneet poikkeustilanteet (14 kappaletta) liittyivät lähinnä kemikaalivuotojen tai tulipalojen päästöihin, teknisiin vikoihin ja sähkökatkoihin. Tulipalot olisivat saattaneet aiheuttaa suuremman vaaran, jos niitä ei olisi saatu ajoissa hallintaan.



Kuva 2. Tarkasteluun sisältyvien kaivosten poikkeustilanteiden (128 kappaletta) jakautuminen päästötyypeittäin.



Kuva 3. Vesiin liittyvät poikkeustilanteet (68 kappaletta).



Kuva 4. Poikkeustilanteet (30 kappaletta), joiden aiheuttajaksi on luokiteltu ”muu syy”.

Jätteitä koskevat häiriötilanteet aiheutuivat muun muassa laitteistojen rikkoutumisesta, prosessin koekäytöstä, patomurtumasta ja luvattomasta jätteiden tuomisesta alueelle. Meluun liittyvät häiriötilat aiheutuivat huolto ja korjaustöistä, räjäytyksistä, rakentamisesta ja tulipalon aiheuttamista laitteistojen vaihdoksista.

Kaikkiaan 30 tapausta kaikista tarkastelluista poikkeustilanteista luokiteltiin jostain muusta syystä aiheutuneeksi (kuva 4). Näistä valtaosa oli laitteiden vioittumisesta, inhimillisistä virheistä tai vahingoista sekä aineiden keskinäisistä reaktioista ja ylivuodoista aiheutuneita öljy- ja kemikaalipäästöjä. Muita poikkeustilanteita olivat esimerkiksi tunneleiden tai teiden sortumiset, runsas pölyäminen, sähkökatkokset ja ajoneuvoille sattuneet vahingot. Useissa tapauksissa tapahtui ketjuuntumista eli esimerkiksi pieni öljyvahinko saattoi aiheuttaa myös tulipalon.

## 2.1.2

### Kaivosvalinta

Kaivosvalinnan pohjamateriaalina on käytetty vuoden 2011 vuoriteollisuustilastoa (päivitetty 3/2012), johon on lisätty erilliset rikastamot (kaksi metallimalmirikastamo ja yksi talkkimineraalirikastamo). Aineisto sisältää metallimalmikaivokset, karbonaattikaivokset, muut teollisuusmineraalikaivokset ja kivilouhimot. Yhteensä siis 52 kaivosta/louhosta ja 3 erillistä rikastamo. Kaivosten stressitestejä suunnitelleen asiantuntijaryhmän tehtävänä oli määritellä kriteerit, joilla tästä aineistosta valittiin testattaviksi korkeintaan 25 kaivosta.

#### Valintakriteerit

Testattavaksi tulleiden kaivosten valinnassa sovellettiin valintakriteerejä, jotka koostuivat pääkriteereistä ja täydentävistä kriteereistä (liite 1). Pääkriteerit olivat seuraavat:

- kaivos on metallimalmikaivos
- kaivoksella on luokiteltuja jäte- tai vesiallaspatoja
- kyseessä on erillinen metallimalmin rikastamo, jonka yhteydessä on luokiteltu jätepato
- kaivoksella on laajamittaista kemikaalien käsittelyä



Näiden kriteerien täyttyminen riitti valintaan, ellei kyseessä ollut esimerkiksi hyvin vähäinen toiminta tai se, että toiminta oli väliaikaisesti keskeytetty.

Laajamittaiselle vaarallisten kemikaalien käsittelylle ja varastoinnille on haettava lupaa Tukesilta. Lisäksi osaa kemikaalilaitoksia koskee kemikaaliturvallisuuslailla toimeenpantu Seveso-direktiivi. Näiden laitosten tulee lupahakemuksen lisäksi tehdä laajuudesta riippuen joko toimintaperiaateasiakirja tai turvallisuusselvitys, joista viimeksi mainittu on merkittävämpi vaatimus. Vuonna 2013 toiminnassa olevien kaivosten ja rikastamoiden joukossa on kolme lupalaitosta, yksi toimintaperiaatelaitos ja kolme turvallisuusselvityslaitosta. Lisäksi yhden kaivoksen kemikaalien käsittely todettiin niin laajamittaiseksi, että sen tuli hakea kemikaalien käsittelylle lupaa Tukesilta.

Jäte- ja vesiallaspatoja koskeva aineisto kerättiin Kainuun ELY-keskuksen patoaineistosta (tilanne joulukuussa 2013), jonka mukaan luokiteltuja tai luokiteltavia patoja oli yhteensä 67 kappaletta, joista 1-luokan patoja 9, 2-luokan patoja 49, 3-luokan patoja 9 ja luokiteltavaksi määriteltyjä patoja 6 kappaletta.

Täydentävinä valintakriteereinä käytettiin:

- maanalaisista kaivosta (sortumavaara, kallioperän rakoilu) ja
- herkkien kohteiden läheisyyttä kaivosalueesta eli etäisyyttä kaivospiirin rajasta.

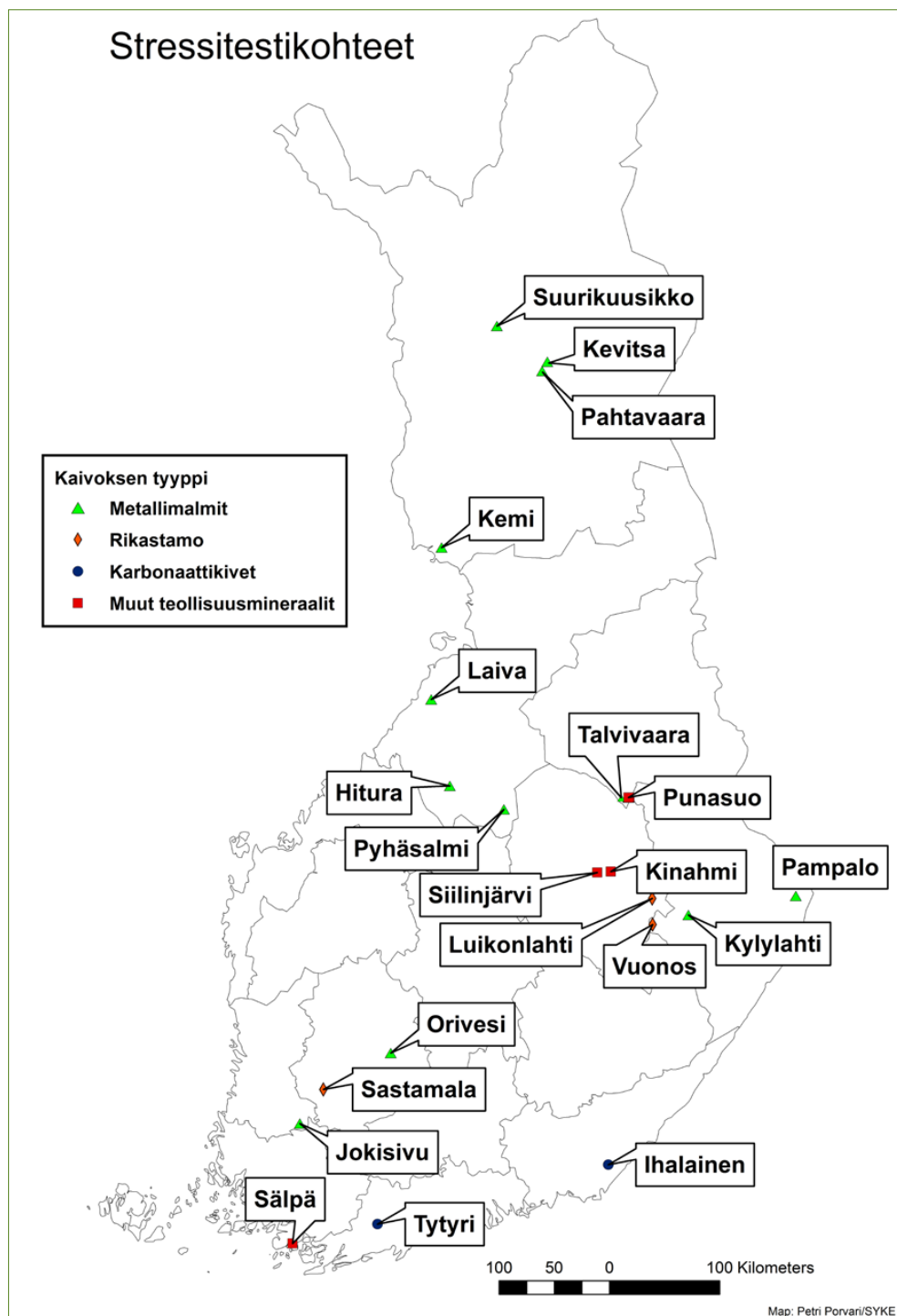
Tällaisia kohteita ovat pohjavesialueet, merkittävät pintavedenottovesistöt, asutus ja Natura-alueet. Lähdeaineistona käytettiin SYKE:n ja GTK:n paikkatietoaineistoja. Pohjavesi- ja Natura-aineisto kartoitettiin puskureilla 0, 500, 1000 ja 3000 metriä. Asutusta tarkasteltiin väestön lukumääränä 2000 metrin etäisyydellä kaivosalueesta ja pintavedenottamoiden kriteerinä oli alle 3000 metrin etäisyys kaivosalueesta (liite 1).

### Testatut kaivokset

Edellä mainittujen valintakriteerien pohjalta stressitestikysely lähetettiin 21 kaivokselle ja rikastamolle (taulukko 1, kuva 5). Testattavaksi tuli näin ollen kaikki metallimalmikaivokset (12) ja metallimalmirikastamot (2) sekä niiden lisäksi myös muutamia teollisuusmineraalikaivoksia (4) ja -rikastamo sekä karbonaattikaivoksia (2), jotka käsittelevät runsaasti kemikaaleja tai joiden jäte- tai vesiallaspadot voisivat onnettomuuden sattuessa aiheuttaa vaaraa ihmiselle tai ympäristölle. Kahdella näistä teollisuusmineraalikaivoksesta tuotetaan teollisuusmineraalien lisäksi myös nikkelikastetta. Myös herkkien kohteiden läheisyys vaikutti valintaan joissain tapauksissa. Yksi karbonaattikaivos tuli valituksi pelkästään täydentävien kriteereiden (maanalainen, asutus, pohjavesi) perusteella. Kaivosten toimintahistorialla ei ole ollut vaikutusta valintaan.

Taulukko 1. Stressitestauksen kohteena olleet kaivokset ja rikastamot.

Metalli-malmikaivokset	Metalli-malmikaivos + -rikastamo	Metalli-malmin rikastamot	Karbonaatti-kaivokset	Muut teollisuus-mineraalikaivokset + rikastamo	Teollisuus-mineraalirikastamot
Jokisivu Orivesi Kylylahti	Suurikuusikko Hitura Pampalo Kevitsa Pahtavaara Laiva Kemi Pyhäsalmi Talvivaara	Luikonlahti Vammala	Ihalainen Tytyri	Siilinjärvi Sälpä Kinahmi Punasuo- Lahnaslampi	Vuonos



Kuva 5. Metallimalmikaivokset, karbonaattikivi- ja muut teollisuusmineraalikaivokset sekä rikastamot (Vammala, Vuonos ja Luikonlahti), joille stressitestikysely lähetettiin.

## Vapaa ideointi

Stressitestikyselyn laatiminen aloitettiin ad hoc -työryhmässä vapaalla ideoinnilla. Tällä tavoin saatiin selville, millaisia teemoja asiantuntijoiden mielestä stressitestauksessa tulisi käsitellä. Vapaan ideoinnin pohjana käytettiin vahinkoselvitysaineistoa sekä kaivoksille tyypillistä toiminnallista jaottelua:

- Malmin louhinta
- Malmin rikastus, jatkojalostus
- Jätteet ja vesien hallinta
- Aputoiminnot (esim. energian tuotanto)
- Raaka-aineet (esim. kemikaaliturvallisuus)
- Toimintaympäristö (koulutus, tiedotus, varamiesjärjestelyt jne.)

Ad hoc -työryhmän asiantuntijat ideoivat em. toiminnallisen jaottelun pohjalta vapaasti omaan asiantuntemukseensa nojautuen kysymyksiä, joita heidän näkökulmastaan pitäisi kaivosten stressitestauksessa kysyä.

## Kysymyspatteriston koostaminen

VTT kokosi Ad hoc -ryhmän ideoimat kysymykset kysymyspatteriston 1. versioksi. Tässä yhteydessä laadittiin kuhunkin kysymykseen liittyvä uhkakuva ja pohdittiin hyvän vastauksen sisältöä. Näin laadittu taulukko kierrätettiin Ad hoc -ryhmän jäsenillä kommentoitavana ja täydennettävänä.

Tämän jälkeen kerätyille kysymyksille laadittiin riskitilannekuvaukset. Näin saatiin parempi käsitys siitä, mitä tapahtumia silmälläpitäen kysymykset oli laadittu ja voitiin yhdistää samaan asiaan viittaavia kysymyksiä.

## Stressitestikyselyn laatiminen

Kommentointikierrosten jälkeen kysymyskokonaisuuksia oli kertynyt kaiken kaikkiaan 25 kpl, joissa kaikki alakohdat mukaan lukien oli 46 erillistä kysymystä. Koska kysymyspatteristo haluttiin pitää mahdollisimman tiiviinä, ryhdyttiin kysymyksiä karsimaan ja yhdistelemään. Yhdistäminen tehtiin VTT:n, SYKE:n ja Kainuun ELY-keskuksen edustajien muodostamassa pienryhmässä.

Tämä versio kierrätettiin jälleen Ad hoc -ryhmän kommentoitavana ja kommentit koottiin yhteen Ad hoc -ryhmän kokouksessa. Kokouksen jälkeen stressitestauslomake kierrätettiin vielä YM:n ja TEMin lakiasiantuntijoiden arvioitavana. Lomake lähetettiin Kaivosteollisuus ry:lle kommentoitavaksi viikolla 15/2013.

Kyselyn lopullinen versio koostui kohteen perustiedoista ja kysymyspatteristosta. Kaivoksilta ja rikastamoilta pyydettiin seuraavanlaisia perustietoja:

- kaivoksen nimi, haltija ja sijaintikunta
- vastaajat tehtävänimikkeineen
- lisätietojen antajat yhteystietoineen
- kemikaaliturvallisuuslain soveltaminen kohteessa (onko laitoksen pitänyt tehdä turvallisuusselvitys/toimintaperiaateasiakirja/onko pitänyt hakea toiminnalle kemikaaliturvallisuuslain mukainen lupa)
- suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi luokiteltujen kaivannaisjätteiden jätealueiden lukumäärä
- 1-luokan jäte- tai vesiallaspatojen lukumäärä sekä onko vahingonvaaraselvitys/tarkkailuohjelma laadittu
- 2- tai 3-luokan jäte- tai vesiallaspatojen lukumäärä sekä onko vahingonvaaraselvitys/tarkkailuohjelma laadittu
- kaivoksen toimintakuvaus vaiheittain
- henkilöstön lukumäärä kaivosalueella
- kaivoksen vesitase
- patoaltaiden rakenne
- toimintajärjestelmän kuvaus
- tunnistetut ympäristövahingon vaaraa aiheuttavat tilanteet

Stressitestin kysymyspatteristo muotoutui rakenteeltaan seuraavanlaiseksi:

- Yhteensä 7 kpl riskitilanteita, joihin liittyen on 1-4 erillistä kysymystä (taulukko 2):
- Viisiportainen itsearviointiasteikko, jolla kaivos arvioi omaa varautumistaan esitettyyn uhkaan:
  - Tilanteeseen ei ole varauduttu
  - Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
  - Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
  - Tilanteeseen on varauduttu hyvin
  - Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin
- Perustelut em. omalle arviolle
- Toimenpiteet, jotka toteuttamalla em. arviota voisi parantaa

Taulukko 2. Kysymyspatteriston riskitilanteet ja kysymykset. Kysymyspatteristo kokonaisuudessaan on raportin liitteenä 2.

RISKITILANNE/KYSYMYS
<p><b>Riski 1: Poikkeuksellisen suuri sadanta tai valunta vaikeuttaa vesien käsittelyä, varastointia ja poisjohtamista ja aiheuttaa merkittävää kaivoksen ympäristökuormituksen kasvua.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miten kaivos seuraa eri vuodenaikoina hydrologisia olosuhteita (sadanta, sulanta, valunta)</li> <li>• Miten kaivos varautuu ja millaisia varotoimia on suunniteltu (käsittely, varastointi ja poisjohtaminen) hydrologisiin ääritilanteisiin (poikkeuksellinen vuosi- tai kuukausitason sadanta ja kevättulva sekä vuorokausitason rankkasadetahtuma)?</li> </ul>
<p><b>Riski 2: Patoaltaiden rakenteet (pato, synteettinen pohjatiiviste tai muu pohjarakenne, reunaluiska, patojen korotus) tai niihin liittyvät laitteistot (esim. dekanterikaivot, salaojat, pumppaamot, putkistot, keräysajat, juurisalaojat) eivät kestä poikkeuksellisen suuren vesimäärän aiheuttamaa rasitusta.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miten kaivoksella tarkkaillaan pato- ja pohjarakenteiden sekä jätelietteen pumppaus- ja vedenhallintalaitteistojen kuntoa?</li> <li>• Miten pato- ja pohjavaurioiden hätäkorjaukseen on varauduttu (mm. korjausmateriaalien saatavuus)?</li> <li>• Miten estetään jätelietteen ja -vesien pääsy ympäristöön pato- tai pohjavaurion ilmetessä?</li> <li>• Miten estetään tai mitkä ovat varotoimet, ettei pistemäinen, eroosiota aiheuttava kuormitus (esim. patorakenteen päällä rikkoutuneesta putkesta valuva rikastushiekka/vesi) pääse aiheuttamaan patorakenteeseen vauriota?</li> </ul>
<p><b>Riski 3: Haitta-aineita (mukaan lukien radioaktiiviset aineet) liukenee tai huuhtoutuu kaivokselta normaaliin verrattuna merkittävästi suurempia määriä ja ne kulkeutuvat kaivospiirin ulkopuolisiin pinta- tai pohjavesiin tai syntyy muita merkittävästi ympäristöä pilaavia päästöjä (ml. ilmapäästöt).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitä ympäristön kannalta merkittäviä vaarallisten tai haitallisten aineiden päästöjä (vesiin ja ilmaan, poikkeukselliset tilanteet mukaan lukien) kaivos on tunnistanut oman toimintansa voivan aiheuttaa? Luettele myös tarkkailuohjelmiin kuulumattomat haitta-ainepäästöt.</li> <li>• Miten käytössä olevaa tarkkailuohjelmaa noudattaen havaitaan normaalista poikkeavat haitallisten aineiden määrät ja kulkeutuminen ympäristöön (mm. jätealueen tarkkailuasemien riittävyys potentiaalisten vuotokohtien määrään verrattuna)?</li> <li>• Muuttuuko rikastushiekka- ja/tai saostumajäteaineksen ja/tai sivukiven kemiallinen koostumus, miten se muuttuu ja mitä haitallisia vaikutuksia muutoksilla on ympäristöön pitkällä aikavälillä? Miten kemiallista muuntumista tarkkaillaan?</li> </ul>
<p><b>Riski 4: Myrskyistä tai muista syistä johtuvan pitkäkestoisen sähkökatkoksen vuoksi rikastusprosessit ja jätevesien käsittely eivät mm. pumppausongelmien vuoksi toimi ja haitta-aineita pääsee kaivosalueelta ympäristöön.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miten kaivos on varautunut myrskyihin ja niiden mahdollisesti aiheuttamiin pitkäkestoisiin sähkökatkoihin?</li> <li>• Kuvaile pitkäkestoisen sähkökatkon vaikutukset haitallisten aineiden pääsyle ympäristöön, erityisesti vesistöihin (esim. jätelietteen vuoto ympäristöön)?</li> </ul>
<p><b>Riski 5: Kaivoksen omat resurssit eivät riitä ongelmatilanteissa arvioimaan ympäristövaikutusten vakavuutta ja vaikutuksia (ekologiset ja ympäristöterveysriskit).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Millaiset menettelyt ja resurssit kaivoksella on käytettävissä mahdollisten ongelmatilanteiden vakavuuden, vaikutusten ja tarvittavien toimenpiteiden arviointiin?</li> </ul>
<p><b>Riski 6: Kaivoksen viestintä työntekijöille, viranomaisille, medialle ja lähialueen asukkaille ei ympäristöongelman ilmetessä toimi (tietojen puutteellisuus, väärinkäsitykset jne.).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miten varmistetaan alueella olevien työntekijöiden tiedonsaanti ja varmistetaan että he toimivat tilanteen edellyttämällä tavalla?</li> <li>• Miten ja minkälaisissa tilanteissa kaivos hoitaa tiedottamisen lähiympäristön asukkaiden, viranomaisten ja median/yleisön suuntaan mahdollisen ympäristöongelman/ poikkeustilanteen ilmetessä?</li> </ul>
<p><b>Riski 7: Ilkivalta tai sabotaasi aiheuttaa vakavan ympäristövahingon.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miten kaivos on varautunut ympäristövahinkoja aiheuttavan ilkivallan ja sabotaasin riskiin?</li> </ul>

## Stressitestin lähettäminen kaivoksille ja kyselyn fasilitointi

Stressitestikysely lähetettiin ympäristöministeriöstä kaivoksille vastattavaksi 15.5.2013. Noin kolmen viikon kuluttua, 10.6.2013 pidettiin Kaivannaisteollisuus ry:n tiloissa stressitesteihin liittyvä koulutus- ja kyselytilaisuus. Kaivannaisteollisuus ry. oli kutsunut tilaisuuteen stressitestin kohderyhmänä olevat jäsenensä, ja tilaisuudessa oli myös etäyhteyshmahdollisuus. Tilaisuudessa käytiin läpi kysymyspatteristo ja kohteena olevien kaivosten ja rikastamoiden edustajilla oli mahdollisuus tehdä niihin liittyviä täsmentäviä kysymyksiä. Kysymyksiin vastasivat stressitestikyselyn laadinnassa kiinteästi mukana olleet SYKE:n ja VTT:n edustajat. Myös ympäristöministeriö ja työ- ja elinkeinoministeriö olivat tilaisuudessa edustettuna.

Stressitestausta varten oli VTT:ltä varattu resurssi stressitestikyselyn avustamiseen, eli fasilitointiin, heinäkuun puoliväliin saakka. Kaivoksilla oli siten tarvittaessa mahdollisuus saada tukea vastausten laadintaan. Kaivokset käyttivät avustamiseen varattua resurssia huomattavasti ennakoitua vähemmän.

## Stressitestikyselyn vastausten arviointi

Stressitestikyselyn vastausten arviointia varten perustettiin arviointiryhmä, johon nimettiin seuraavat henkilöt:

- erikoistutkija Päivi Kauppila, GTK (kaivannaisjätteet ja niiden hallinta, vesien laatu ja hallinta)
- tutkimusprofessori Hannu Komulainen, THL (terveysriskinarvio)
- erikoistutkija Margareta Wahlström, VTT (kaivannaisjätteiden karakterisointi, kaivannaisjätteiden ympäristövaikutukset ja niiden hallinta)
- erikoistutkija Jutta Laine-Ylijoki, VTT (kaivannaisjätteiden karakterisointi, kaivannaisjätteiden ja kaivosvesien käsittelyteknologiat)
- tutkija Antti Kallio, STUK (geologia ja geokemia, luonnon radioaktiiviset aineet, kaivosympäristöt)
- tutkimusinsinööri Jussi Reinikainen, SYKE (ympäristöriskien arviointi, haitalliset aineet)
- tutkija Sari Kauppi, SYKE (ympäristöekologia, haitalliset aineet, kaivosten ympäristövaikutukset)
- senior consultant Juha Laasonen, Fortum (patoturvallisuus, patojen riskianalyysit ja maapadot)
- yliopisto-opettaja Minna Leppänen, TTY (pohjavedensuojaurakenteet ja pohjavesiriski)
- tutkija Tero Välisalo, VTT (stressitestauksen menetelmäkehitys, ryhmän koordinaattori)

Arviointiryhmän tehtävänä oli koostaa kaivosten vastauksista yleiset huomiot ja johtopäätökset KYTU-työryhmälle, laatia kaivoskohtaiset palautteet ja laatia stressitestauksen loppuraportti. Arviointiryhmän jäsenet keskittyivät tarkastelemaan lähinnä omaa asiantuntemusalueitaan koskevia vastauksia. Kukin arviointiryhmän jäsen käytti edustamansa organisaation tukea arviointityössään.

Vastaukset saatiin määräaikaan (15.8.2013) mennessä 20 kohteesta. Hituran kaivoksen toiminta on väliaikaisesti keskeytetty ja henkilökunta lomautettu, joten kaivokselta ei saatu vastausta stressitestikyselyyn.



### 3 Rajaukset

Stressitestien arviointiryhmä sai arviointia varten kaikkien kyselyyn vastanneiden kaivosten ympäristöministeriöön lähettämät kirjalliset stressitestikyselyn vastausdokumentit ja niiden liitteet. Osa arviointiryhmästä (Kallio, Wahlström, Kauppi, Väli-salo) tutustui 1.10.2013 Dragon Miningin kahteen kohteeseen: Jokisivun kaivokseen Huittisissa ja Vammalan rikastamoon Sastamalassa sekä Pyhäsalmen kaivokseen Pyhäjärvellä (Kauppi) 8.11.2013. Patoturvallisuusasiantuntija Juha Laasonen tutustui kaivospatojen patoturvallisuuskäytäntöihin Kainuun ELY-keskuksessa Kajaanissa. Lisäksi arviointiryhmä keskusteli stressitestikyselyn perusteella tehdyistä havainnoista ja suosituksista Kaivannaisteollisuus ry:n nimeämän kaivosasiantuntijan Matti Himmin kanssa 24.10.2013.

Annetun aikataulun puitteissa ei ollut mahdollisuutta perehtyä kyselyyn osallistuneiden kaivosten lupadokumentteihin (mm. ympäristölupiin) ja/tai käydä paikan päällä haastattelemassa henkilökuntaa. Todellinen poikkeustilannevalmius kaivoksella voi poiketa vastauksesta saadusta kuvasta, riippuen vastauksen tarkkuudesta ja yksityiskohtaisuudesta sekä kysymysten tulkinnasta. Myöskään itsearviointituloksen oikeellisuutta yksittäiselle riskille ei tästä syystä voitu vertailukelpoisesti arvioida.

Stressitestaus rajautui ainoastaan taulukko 2:ssa esitettyihin riskeihin. Esimerkiksi kaivosten taloudellisen toimintakyvyn vaarantumisesta johtuvia riskitilanteita tai varautumista taloudellisiin riskeihin ei tässä stressitestauksessa selvitetty.

## 4 Tulokset

Kaivosten itsearvioinnit on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 3. Kaivoskohtaiset arviot ovat liitteissä 10–29.

### 4.1

#### **Yleistä**

Toiminnanharjoittajat ovat vastanneet kysymyspatteristoon yleisesti ottaen kattavasti ja asiallisesti. Vastausten laajuus ja yksityiskohtaisuus kuitenkin vaihtelivat kaivoskohtaisesti. Tähän on saattanut vaikuttaa mm. erot toimintojen luonteessa ja toimijoiden käytössä olleissa lähtöaineistoissa, vastaamiseen käytettävissä ollut aika ja henkilöresurssit sekä vastaajien erilaiset tulkinnat siitä, millä tasolla ja missä laajuudessa vastaukset tulisi antaa.

Uusien kaivosten vastaukset olivat pääsääntöisesti kattavampia kuin pitkään toiminnassa olleiden kaivosten vastaukset. Tähän on mitä todennäköisimmin vaikuttanut mm. kaivoksen suunnittelua ja toiminnan aloittamista koskevien lupien vaatimusten kiristyminen lainsäädännön ja alan yleisen kehityksen vuoksi, jolloin vanhemmilla kaivoksilla tehtyjen selvitysten ja lähtötietojen taso ei ole välttämättä yhtä kattava kuin uudemmilla kaivoksilla.

Vastausten perusteella kävi ilmi, että stressitestin kysymykset eivät selvästikään olleet kaikilta osin riittävän yksiselitteisiä, minkä seurauksena osa kaivoksista oli jättänyt vastauksestaan ja toiminnankuvauksestaan pois arvioinnin kannalta tarpeellisia näkökohtia. Varsinaisista vastauksista saattoi puuttua oleellisia tietoja, jotka oli kuitenkin raportoitu toisaalla stressitestilomakkeessa, esimerkiksi toiminnan kuvausosassa. Tämän vuoksi vastauksia vertailemalla ei voitu luotettavasti arvioida eroja eri toimijoiden varautumistasossa, vaikka vastausten sisältö tällaisiin eroihin viittasikin. Esimerkiksi arvioinnissa ei voitu varmuudella todeta, ettei kohteessa ole käytettävissä maansiirtokalustoa patovahinkoihin, jos sitä ei ollut erikseen mainittu, koska asia oli saattanut jäädä pois vastauksesta tahattomasti (unohtaminen) tai tarkoituksella (esim. vastaaja ei pitänyt sitä tärkeänä tai kysymykseen kuuluvana). Vastaavasti arviointiryhmän kaivoskohtaisissa kommentteissa on voitu tuoda esiin puutteina näkökohtia, joita ei ole sisällytetty vastaukseen, vaikka kyseiset asiat kaivoksella olisi todellisuudessa otettu huomioon.

Useimmissa vastauksissa yhtiön omaa toimintaa oli tarkasteltu kriittisesti puutteita tunnistaen ja esittämällä hyviä ehdotuksia oman toiminnan kehittämiseksi. Jotkut toimijat kokivat toimintansa olevan niin hyvällä tasolla, ettei siinä ollut mitään parannettavaa. Toisaalta näistä suurin osa oli teollisuusmineraalien tuottajia, joiden toimintaan liittyy yleisesti vähemmän ympäristöriskejä kuin metallimalmikaivosten toimintaan, mikä on voinut osaltaan vaikuttaa itsearviointin vastauksiin. Kaikkiaan toimintaan liittyvät riskitekijät oli tunnistettu melko kattavasti, mutta osalla kaivoksista riskien tunnistaminen oli annetun vastauksen perusteella puutteellista. Vastausten mukaan kohteissa tehdyt riskien ja vaarojen arvioinnit ovat selvästi olleet hyödyllisiä riskitekijöiden järjestelmällisessä tunnistamisessa.

Vastauksista ilmeni, että esitettyihin riskeihin varautumisen tason ymmärtämiseen ei välttämättä riitä yhden henkilön osaaminen. Useamman henkilön ja siten todennäköisesti eri osa-alueiden asiantuntijoiden ryhmä vastasi kysymyksiin pääsääntöisesti kattavammin ja huomioiden eri näkökulmia kuin yksittäiset vastaajat. Kaivosalueiden riskinarvioinnissa korostuu erityisesti prosessiosaamisen merkitys, sillä toiminnan kaikki prosessit ja mm. niihin liittyvät kemialliset reaktiot vaikuttavat olennaisesti riskien muodostumiseen (päästölähteet). Ympäristökuormituksen arvioinnissa myös kaivosalueen vesitaseiden ymmärtäminen on keskeinen tekijä. Vastausten perusteella nämä osa-alueet hallitaan kaivoksilla pääsääntöisesti hyvin. Sen sijaan vastauksista ei selvinnyt, mitkä tarkkailuohjelman mukaisen seurannan tekijät (mitatut arvot) ennakoivat vesistöissä tapahtuvia muutoksia, esimerkiksi vesistön suolaantumista, happamoitumisriskin kasvua ja niihin liittyvää biodiversiteetin muutosta. Useimpien vastausten perusteella ei voinut myöskään arvioida, miten kaivoksella tiedostetaan aluetta ympäröivän ekosysteemin merkitys toiminnan riskejä ja ympäristövaikutuksia arvioitaessa. Tähän on todennäköisesti vaikuttanut myös se, ettei ympäristöpäästöjen aiheuttamista vaikutuksista ollut kysytty riittävän yksiselitteisiä tietoja, vaikka asian yleisellä tasolla voidaankin katsoa tulevan esille riskin 3 määrittelyssä. Vastausten perusteella jäi siten epäselväksi esimerkiksi se, mikä on toiminnan vesistö päästöt vastaanottavan vesialueen sietokyky ja miten toiminnan normaalit vesistö päästöt, mahdollisen poikkeustilanteen ylimääräiset päästöt ja päästöjen sisältämä haitta-aineyhdistelmä on otettu huomioon vaikutuksia arvioitaessa.

## Riski I: Suuri sadanta tai valunta

**Riski I:** ”Poikkeuksellisen suuri sadanta tai valunta vaikeuttaa vesien käsittelyä, varastointia ja poisjohtamista.”

Itsearviointin tulokset:

- 5 kpl ”tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti”
- 12 kpl ”tilanteeseen on varauduttu hyvin”
- 3 kpl ”tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin”

Kaivospadot (ts. kaivosten jäte- ja vesiallaspadot) sisällytettiin patoturvallisuuslain piiriin vuonna 2009 uudistetussa pato-turvallisuuslaissa (26.6.2009/494) ja valtioneuvoston asetuksessa patoturvallisuudesta (319/2010). Sitä ennen niihin sovellettiin kaivoslain (503/1965) kaivosturvallisuutta koskevia säännöksiä ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä kaivosten turvallisuusmääräyksistä (921/1975).

Valtioneuvoston asetuksessa patoturvallisuudesta patojen hydrologinen mitoitustulva perustuu tulva-aikaisen valunnan määritykseen. 1-luokan padot tulee mitoitaa keskimäärin kerran 5 000–10 000 vuodessa toistuvalla tulvalla ja 2-luokan padot keskimäärin kerran 500–1 000 vuodessa toistuvalla tulvalla.

Poikkeuksellisen suuren sadannan tai sulamisaikaisen valunnan hallitseminen kaivospadoilla edellyttää mitoitustulvan hallintaa. Vastauksissa käsiteltiin ainoastaan kaivosten vesitaseen hallintaa. Syynä voi olla se, että kaivospatojen hydrologinen mitoitustulva on tullut voimaan uudistetun patoturvallisuuslainsäädännön mukana. Ainakin vanhimpien kaivosten kaivospatojen hydrologinen mitoitustulva tulee tarkistaa. Hydrologisessa mitoituksessa määritetään padon luokituksen mukainen mitoitettava vesimäärä (mitoitustulva), joka muodostuu kaivospadoilla yleensä suorasta sadannasta tai sulamisaikaisesta valumasta sekä altaan normaaliin käyttöön liittyvästä täytöstä. Tämän vesimäärän perusteella arvioidaan kuinka pato/kaivos tulee selviytymään tässä äärimmäisessä tilanteessa. Tämä vaatimus on tullut kaivospadoille patoturvallisuuslain uudistamisen yhteydessä 2009/2010. Patoaltaan mitoitustilanteessa veden tulee mahtua altaaseen ilman, että padottavaa ainetta joudutaan juoksuttamaan altaasta.

Tulvavesien hallintaan liittyvät oleellisesti dekantointilaitteet, joiden avulla tulvavesien juoksutuksia hoidetaan. Vastauksissa ei ole kuvattu näiden laitteiden toimintaa eikä mahdollista riskiä pato-onnettomuuden suhteen.

Kaivospatojen pinta-alat ovat vesistöpatojen valuma-alueisiin verrattuna pieniä, jolloin mitoitettavaksi tekijäksi saattaa tulla rankkasateen vaikutus (flash flood). Kahden kaivoksen vastauksissa oli ilmoitettu rankkasateen vaikutus mitoitukseen: Kylylahden kaivoksella rankkasade kerran 10 vuodessa ja Pampalon kaivoksella kerran 500 vuodessa toistuva mitoitustulva 14 vuorokauden mitoitussadanta. Kaikista vastauksista ei käynyt yksiselitteisesti selväksi, kuinka altaiden varastokapasiteetti riittää mitoitustilanteessa.

### *Kysymys I: Miten kaivos seuraa eri vuodenaikoina hydrologisia olosuhteita (sadanta, sulanta, valunta)?*

Kaivokset kuvasivat lyhimmillään vastauksissaan hydrologisten olosuhteiden seurantaan tehtävän silmämääräisenä tarkkailuna, eikä silmämääräistä tarkkailua ollut aina tarkennettu. Muutamissa vastauksissa kuvattiin säännönmukaisen, esimerkiksi kahdesti tai kolmesti päivässä tapahtuvan visuaalisen tarkkailun olevan altainen vesipintojen korkeuksien sekä altainen ja patojen kunnon seuranta. Tarkimmissa kuvauksissa kerrottiin hydrologiseen seurantaan kuuluvan altainen vesipinnan korkeuden ja tilavuuden sekä patojen kunnon tarkkailun lisäksi pohjaveden ja säätietojen ja -tilastojen seuranta. Muutamilla kaivoksilla havainnoidaan myös lumimääriä sekä lumen vesipitoisuutta ja tämän vaikutusta vesitaseseen, sekä tiennetään altainen tarkkailua sulamiskaudella. Myös poikkeuksellisten sateiden aikana altainen tarkkailukäyntejä lisätään. Joillakin kaivoksilla on käytössä jatkuvatoimista virtausmittausta pois juoksutetuista vesistä tai muuta pumpattavien vesien määrän tarkkailua.

Hydrologisten olosuhteiden ennakoiminen on tärkeää. Kaikki stressitesteihin osallistuneet kaivokset tarkkailivat altainen vesimäärää joko silmämääräisesti tai pinnan korkeuden mittauksin. Säännöllisesti tehdyn seurannan avulla pystytään päättämään altaan tilanteen kehitys, mikä auttaa varautumaan yllättäviin tilanteisiin. Varautumistasoa voidaan edelleen parantaa mittaamalla altailla poistuvan veden määrää jatkuvatoimisilla mittareilla, jolloin reagointi virtaaman muutoksiin on nopeampaa. Tällaisia mittauksia joillakin kaivoksilla on jo nyt käytössä.

Ennakoivuutta hydrologisten olosuhteiden vaikutuksiin saadaan seuraamalla sääennusteita ja SYKEN vesistöennusteita. Vesistöennusteissa huomioidaan myös lumiolut ja lumen vesipitoisuus, joita muutamien vastausten perusteella tarkkailtiin. Oleellista olisi tuntea oma valuma-alue, niin että vesitaseen kokonaisuus ja sen eri osat ovat hallinnassa. Omat sääasemat tuovat paljon paikkakohtaista tietoa. Sadannan määrän tunteminen kertoisi myös, paljonko puhtaita sadevesiä kertyy jätealueille laimentamaan vesiä.

Hyviä kaivoksilla käytössä olevia käytäntöjä hydrologisten olosuhteiden seurannassa ovat mm.:

- kaivosten omat sääasemat
- jatkuvatoimiset virtaamamittarit altailla poistuvan veden määrälle
- vesitasemallit jotka ovat nopeasti päivitettävissä
- säätietojen ja vesitaseen yhdistäminen muutosten ennakointia varten sekä
- altainen vedenkorkeuden automaattinen mitta

Kaikki kaivokset eivät maininneet pohja- ja pintavesitarkkailua eivätkä vesipinnan tarkkailua patoihin asennetuista havaintoputkista, vaikka todennäköisesti useimmilla kaivoksilla näitä tehdään säännöllisesti. Nämä tarkkailutiedot pitäisi kytkeä säähavaintoihin siten, että tunnistettaisiin eri tilanteiden mahdolliset seuraukset ja voitaisiin jatkossa ennakoida niitä. Myös pumppausmäärät olisi hyvä kytkeä tähän tarkasteluun – tällä tavoin saisi näkyviin myös sähkökatkoksen mahdollisia vaikutuksia.

*Kysymys 2: Miten kaivos varautuu ja millaisia varotoimia on suunniteltu (käsittely, varastointi ja poisjohtaminen) hydrologisiin ääritilanteisiin (poikkeuksellinen vuosi- tai kuukausitason sadanta ja kevättulva sekä vuorokausitason rankkasadetapahtuma)? Tässä tarkastellaan erikseen poikkeuksellisten vesiohjien hallintaa kokonaisuutena, altain lisäkapasiteetti- ja varoallastarvetta sekä patojen hydrologista mitoitusta.*

Kaivokset ovat pinta-alaltaan suuria alueita, joten sade- ja sulamisvesiä muodostuu aina paljon ja juoksutuksille on tarvetta. Kaivosalueelle kertyy vesiä myös valuma-alueen muista osista. Päästöjen kannalta olennaista on varmistaa juoksutettavan veden hyvä laatu (käsittelmällä tarvittaessa ulos johdettavat vedet) sekä normaalin toiminnan aikana että poikkeustilanteissa. Vesienhallinnan kannalta tärkeää on estää altain liiallinen täyttyminen ja siitä aiheutuvat riskit esim. patorakenteille. Puhtaiden valumavesien ohjaaminen altain ohi vähentää altain täyttymistä ja käsiteltävien vesien määrää. Osalla yhtiöistä altain liiallista täyttymistä säädeläänkin esim. ojastoilla, joilla puhtaita valumavesiä ohjataan altain ohi. Liitteessä 4 on kohdekohtaisesti kootut kaivosten vastaukset hydrologisen riskin hallintakeinoista.

Vastausten perusteella monilta toimijoilta puuttuvat vara-altaat, jolloin suora vesien juoksutus jää ainoaksi vaihtoehdoksi altaisiin kertyvien ylimääräisten vesien hallinnassa esim. tulvatilanteissa. Joillakin kaivoksilla ylimääräisten vesien juoksutus oli huomioitu vesi- ja ympäristöluvan mukaisessa juoksutusmäärässä. Osa luotti siihen, että ylimääräisille juoksutuksille saataisiin lisälupa viranomaisilta. Näissä vastauksissa ei huomioitu, että louhoksia voitaisiin käyttää tarvittaessa vara-altaina, tai sitä, miten ympäristö kestäisi juoksutuksista aiheutuvan lisäkuormituksen. Lisäksi on huomioitava, että vesien pitäminen kaivosalueella vara-altaissa ei kuitenkaan ole pitkäaikainen ratkaisu, vaan vedet pitää pystyä puhdistamaan ja laskemaan pois kaivosalueelta. Tämä edellyttää vesien käsittelyyn/puhdistamiseen varautumista. Vara-altain tehtävänä on estää poikkeustilanteissa puhdistamattomien vesien pääsy ulos kaivosalueelta.

Vara-altain vaihtoehtona voisi olla rakentaa käytössä oleviin altaisiin riittävän suuri varakapasiteetti. Monessa tapauksessa, joissa vara-altaat puuttuivat, oli kuitenkin jo käynnissä tutkimuksia ja suunnitelmia vara-altain rakentamiseksi. Toisaalta joissakin vastauksissa todettiin, että kaivosalueella ei ole välttämättä riittävästi vapaata tilaa vara-altain rakentamiselle. Mikäli juoksutus on ainoa varteenotettava vaihtoehto, tulisi varmistua veden laadun määrityksillä siitä, ettei ylimääräisistä juoksutettavista vesistä voi aiheutua tarpeetonta kuormitusta alapuoliseen vesistöön, ja varautua tarvittaessa käsittelemään vedet. Lupamääräykset rajoittavat yleensä juoksutuksia, joten poikkeustilanteet tulisi tuoda esille ja käsitellä mahdollisimman pitkälle jo ympäristö- ja vesitalouslupavaiheessa.

Vastausten perusteella jäi epäselväksi, kuinka hyvin juoksutustilanteissa tunnetaan juoksutettavan veden laatu (esim. sisältääkö haitta-aineita tai vain suolaioneja) ja sen mahdolliset vaikutukset alapuolisiin vesistöihin (esim. voiko aiheuttaa alapuolisen vesistön suolaantumista lyhyt- tai pitkäaikaisesti).

Hyviä kaivoksilla tällä hetkellä käytössä olevia käytäntöjä:

- prosessiveden korkea kierrätysaste
- puhtaiden valumavesien pitäminen erillään prosessi- ja kuivatusvesistä
- reilusti varotilavuutta ja vesienkäsittelykapasiteettia

Varsinaisia vesimäärien mukaan tehokkaasti säädettäviä vedenpuhdistamoita on kaivoksilla varsin vähän. Vedenkäsittely perustuu lähes yksinomaan isoissa altaissa tapahtuvaan painovoimaiseen laskeutukseen. Vesimäärien kasvaessa virtausnopeudet lisääntyvät ja siten myös laskeutuminen voi heiketä, mikäli veden viipymä altaassa ei



ole riittävän pitkä ennen ulosjuoksutusta. Tärkein säädettävä suure metallipitoisten vesien käsittelyssä on pH, jota nostamalla saadaan metallit saostumaan altaisiin. Koska luonnonvedet Suomessa ovat usein luontaisesti lievästi happamia tai happamia, ei pois juoksutettava vesi saisi olla liian emäksistä. Joissain tapauksissa kiintoaineen laskeutumista altaan pohjaan tehostetaan käyttämällä saostuskemikaaleja. Saostuskemikaalin määrää vaihtelemalla virtauksen mukaan saadaan vedenpuhdistuksen tehoa jonkin verran säädettyä. pH:n säätöön perustuvan vesien käsittelyn toimivuuden varmistaminen edellyttää jatkuvaa pH:n seurantaa, ettei altaan veden pH pääse putoamaan liian alhaiseksi (ja aiheuta mahdollista kuormitusta altaan pohjalle kerrostuneista sakoista). Vesien käsittelyn tehostamiseksi on jatkossa suositeltavaa arvioida myös varsinaisten vedenpuhdistamoiden käyttöönottoa ja merkitystä vesipäästöjen laatuun ja ympäristövaikutuksiin.

#### 4.3

## Riski 2: Patoaltaiden rakenteet

**Riski 2:** ”Patoaltaiden rakenteet tai niihin liittyvät laitteistot eivät kestä poikkeuksellisen suuren vesimäärän aiheuttamaa räsitystä.”

Itsearviointien tulokset:

- 6 kpl ”tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti”
- 10 kpl ”tilanteeseen on varauduttu hyvin”
- 1 kpl ”tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin”

Liitteessä 6 on yleistä tietoa patoturvallisuudesta ja kaivannaisjätealueista.

Kolmella stressitestiin osallistuneella kaivoksella ei ollut lainkaan patoja, sillä niissä kaivannaisjätteet varastoidaan vanhoihin louhoksiin tai alueella ei muodostu patorakenteita vaativia varastoitavia kaivannaisjätteitä. Nordkalk Oy:n Lohjan Tytyrin kaivoksen loppuun louhittuja louhoksia käytetään Tytyrin kalkkitehtaan sivutuotteiden sekä voimalaitosten lentotuhkan ja rikinpoiston lopputäytön läjitykseen. Dragon Mining Oy:n Huittisten Jokisivun ja Oriveden kaivoksilla kultamalmi kuljetetaan Sastamalaan Vammalan rikastamolle rikastettavaksi ja rikastuksessa muodostuva rikastushiekka läjitetään Vammalan rikastushiekka-alueelle.

Lisäksi yhden kaivoksen (Altona Mining Oy:n Kylylahden kaivos) vesialtaat eivät täytä patoturvallisuuslain mukaan luokiteltavan padon kriteerejä. Vesialtaat (5 kpl) ovat vesien käsittely- ja tasausaltaita ja niiden padotuskorkeus on alle 1,5 metriä. Vesialtaiden padot ovat massiivimoreeni- tai vyöhykepatoja, ja altaiden pohjalla ja patopenkereissä on bentoniittimatto. Kylylahden kuparimalmi kuljetetaan käsiteltäväksi Kaaville, Luikonlahden rikastamolle, josta rikastushiekkajäte läjitetään entiselle talkkitehtaan jätealtaalle.

Kuudellatoista (16) kaivoksella ja rikastamolla on yhteensä 67 patoturvallisuuslain mukaan luokiteltua kaivospatoa. Näistä yhdeksän (9) kaivospatoa on luokiteltu 1-luokkaan, joka onnettomuuden sattuessa aiheuttaa vaaraa ihmishengelle ja terveydelle taikka huomattavan vaaran ympäristölle tai omaisuudelle (patoturvallisuuslaki 11§).

1-luokan patoja on neljällä (4) kaivoksella:

- FQM Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksella Sodankylässä (2 kpl),
- Nordic Mines Oy:n Laivan kaivoksella Raahessa (2 kpl),
- Yara Suomi Oy:n Siilinjärven kaivoksella (3 kpl) ja
- Agnico Eagle Mining Ltd:n Suurikuusikon kaivoksella, Kittilässä (2 kpl).

1-luokan padoille edellytetään tehtäväksi vahingonvaaraselvitys padosta ihmisille ja omaisuudelle sekä ympäristölle aiheutuvasta vahingonvaarasta. Vahingonvaaraselvitys on laadittu 13 kaivoksen ja rikastamon kaivospadoille, joten se on laadittu myös osalle 2-luokan padoista.

Kaivosten ja rikastamojen itsearvioinnin vastauksissa oli lyhyt kuvaus patorakenteesta ja padon perustamisolosuhteista. Seitsemän vastaajaa oli liittännyt mukaan kaivospadon tyyppipoikkileikkauksen.

Kaivosten ja rikastamojen ilmoittamia keinoja vuotojen ja patovaurioiden hallitsemiseksi on kerätty liitteeseen 5. Yleistä tietoa kaivannaisjätealueista ja patoturvallisuudesta on liitteessä 6. Tietoa stressitestiin osallistuneiden kaivosten ja rikastamojen pato- ja allasturvallisuudesta on liitteessä 7.

### **Kysymys 3a: Miten kaivoksella tarkkaillaan pato- ja pohjarakenteiden sekä jätelietteen pumppaus- ja vedenhallintalaitteistojen kuntoa?**

Useimmissa kohteissa patojen valvonta kuuluu päivittäisiin valvontakierroksiin. Valvonta perustui ilmeisesti lähes kaikilla viranomaisten tarkistamiin patovalvontaohjeisiin, mutta valvonnan sisällössä oli silti jossain määrin kirjavuutta. Erityisesti patoturvallisuuslain piirissä olevien patojen osalta asiat vaikuttaisivat olevan kohtuullisen hyvässä kunnossa. Henkilöstön osaaminen mm. vaihtuvuuden vuoksi sekä havaintojen dokumentoinnin taso voi vaihdella ja aiheuttaa omalta osaltaan riskejä.

Kysymykseen sisältynyt osa pohjarakenteiden valvonnasta oli heikosti huomioitu vastauksissa. Kolmasosa vastanneista ei ollut kuvannut erikseen lainkaan, miten valvotaan pohjarakenteita (suotovesien leviämistä pohjan kautta). Monilla, erityisesti ennen kaivannaisjätelainsäädäntöä toteutetuilla kaivannaisjäteiden jätealueilla on maapohja ja suotavat padot, joista pääsee suotautumaan vettä maaperään ja ympäristöön. Suotautuvan veden määrä riippuu pohjamaan ja padon läpäisevyydestä ja vedenpaineen korkeudesta. Pinta-alat ja vedenpaineen korkeudet ovat kaivannaisjätealueilla tyypillisesti suuria, joten on mahdollista, että vesiliukoiset haitta-aineet leviävät advektiolla maaperään ja ympäristöön. Myös vesitiiviiden pohjarakenteiden päälle rakennettujen jätealueiden pohjan tiiviyden seuranta on tärkeää esim. sähköisten vuodontarkkailujärjestelmien tai tarkkailukerroksen avulla.

Vastanneiden kaivosten osalta pato- ja pohjarakenteiden valvonta perustui joko kerran kuussa tai kerran vuodessa tapahtuvaan suotovesien määrän ja osalla myös laadun tarkkailuun, minkä perusteella arvioidaan mahdollista suotovirtausta padon ali tai läpi. Suotovesimäärän tarkkailu kohdentui joko salaojaputkistosta tai avo-ojista pumpattavaan vesimäärän seurantaan. Vain muutama kaivos vastasi seuraavansa pohja- ja patorakenteen suotautumisvaikutusta jätealueen ympäristöön asennetuista pohjavesihavaintoputkista, jotka voivat antaa viitteitä myös altaan pohjan kautta tapahtuvasta suotautumisesta. Pohjan kuntoa ei varsinaisesti seurata, mutta sitä ei yleensä voikaan käytännössä seurata, paitsi ennen altaan käyttöönottoa, jollei ole rakentamisvaiheessa asennettu em. tarkkailujärjestelmiä.

Valvontaa tehostavana toimenpiteenä oli muutamalla toimijalla käytössä mm. etävalvontajärjestelmä, jossa oli hälytysvalmius.

Toimijoilta tuli parannusehdotuksia patotarkkailun tehostamiseksi:

- suotoveden määrän elektroninen mittausta
- kameravalvonta
- patotarkkailun havaintojen dokumentointijärjestelmän kehittäminen tulosten analysoinnin helpottamiseksi
- lisämittaukset patojen liikkeiden havaitsemiseksi

Suosittelavaa olisi sisällyttää patotarkkailuun suotoveden kemiallisen laadun tarkkailu (joko salaojista/avo-ojista), ja/tai lisätä pohjaveden laadun tarkkailua jätealtaan/haitallisia aineita sisältävien vesialtaiden ympäristöistä. Uusien jätealaiden pohjarakenteiden valvontaan olisi hyvä myös kehittää ja ottaa käyttöön ennakoivia seurantajärjestelmiä päivittäisten tarkkailukierrosten lisäksi tai asentaa vuodontarkkailukerroksia tai sähköisiä tarkkailujärjestelmiä rakentamisen yhteydessä (mm. routavaurioiden tunnistamiseksi). Markkinoilla on esimerkiksi sähköäjohtavia tiivistyskalvoja, joiden avulla voidaan rakentamisvaiheessa tarkistaa kalvon ehjyys ja seurata rakenteen toimintaa käytön aikana. Kaatopaikkarakenteissa on käytössä kaksoisrakenne, jossa on ns. juorukerros eli vettä johtava tarkkailukerros kahden tiivistyskalvon tai yhdistelmärakenteen välissä. Patojen suotautumista voidaan tarkkailla jatkuvatoimisesti esimerkiksi padon juureen asennetulla valokaapelilla, jolla havainnoidaan rakenteen lämpötilan muutoksia.<sup>2</sup> Anturoinnin avulla myös mahdolliset patovuodot havaittaisiin varhain ja niihin voitaisiin reagoida ajoissa. Vastaavaa tarkkailujärjestelmää on sovellettu voimalaitospadoissa.

### **Kysymys 3b: Miten pato- ja pohjaurioiden hätäkorjaukseen on varauduttu (mm. korjausmateriaalien saatavuus)?**

Patovaurioiden korjaamiseen on materiaalien puolesta varauduttu yleisesti ottaen suhteellisen hyvin: Kaikissa kohteissa oli patojen korjausmateriaaleja saatavilla ja (suurimmassa osassa) myös tarvittavia maansiirtokoneita joko kaivosalueella tai kaivoksen lähialueelta saatavissa käyttöön. Kaikista vastauksista ei kuitenkaan pystynyt arvioimaan, kuinka helposti korjausmateriaalit olivat käytettävissä/saatavilla. Esimerkiksi osassa kohteista oli ainoastaan tiedossa korjausmateriaalien ottopaikat (suunnitelmissa, ei esim. maastoon merkittyinä).

Muutamassa kohteessa valmiutta parantavat toimintaohjeet ja henkilöstön koulutus patovahinkojen varalle sekä toimintavalmius-/pelastusharjoitukset.

Toimijoiden tekemiä toimenpide-ehtotuksia valmiuden parantamiseksi olivat seuraavat:

- pitkän toimitusajan rakennusmateriaaleille (esim. tiivistyskalvo, bentoniittimatto) perustettava kaivosteollisuuden raaka-ainepooli
- häiriötilanteiden harjoittelutaajuuden lisääminen
- patotarkkailun havaintojen dokumentointijärjestelmän kehittäminen tulosten analysoinnin helpottamiseksi
- korjausmateriaalien varastointi kasoihin lähelle patoja

Korjausmateriaalien nopea käyttöönotto ja saatavuus tulee varmistaa patojen korjauksen nopeuttamiseksi, esimerkiksi varastoimalla tarvittavia korjausmateriaaleja patojen lähelle.

<sup>2</sup> Menetelmän esittely Vesitalous-lehdessä 3/2002: <http://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2010/03/3-2002.pdf>

#### Kysymys 4: Miten estetään jätelietteen ja -vesien pääsy ympäristöön pato- tai pohjavaurion ilmetessä?

Vastausten perusteella ensisijaisena toimenpiteenä lähes kaikilla toimijoilla on estää jätelietteen ja -veden pääsy ympäristöön pato- tai pohjavaurion korjauksella. Tätä varten on yleensä varattu korjausmateriaaleja kaivosalueelle tai patojen läheisyyteen. Vaurion havaitseminen perustuu tarkkailuun. Tarkkailun tiheys vaihtelee 3 krt/vrk – 1 krt/vko. Muutamalla toimijalla on käytössään patojen etävalvontajärjestelmä. Lisäksi muutama toimija mainitsee toimivansa patovaurion korjaussuunnitelman mukaisesti.

Lisävarautumisena jätelietteen ja -vesien leviämisen estämiseksi ympäristöön kuvattiin mm. varoaltaat ja -padot, lietteen/veden pumpppaaminen takaisin altaaseen tai muihin altaisiin, lisäpumput sekä vuodon padottaminen (alueen tiestöön ja/tai rautateihin, ojien ja ojarumpujen patoaminen). Varoaltaana oli kolmella toimijalla vanha avolouhos. Yksi toimija on varautunut altaan pohjavaurioon sulkemalla salaojituksen ja yksi mainitsee tärkeänä varautumiskeinona ylimääräisen veden varastoimisen välttämisen kaivannaisjätteiden altaissa.

Muutama vastaaja mainitsi vanhan avolouhoksen toimivan varoaltaana vahinkotapauksissa (lähinnä jätevesille). Vastauksista jäi kuitenkin epäselväksi, onko louhosten kapasiteetti todellisuudessa riittävä ylimääräisten vesien varastoimiseen, esim. jos louhos on jo vedellä täyttynyt. Vastauksista ei myöskään ilmennyt selkeästi, onko varapumppausjärjestelmä valmiustilassa (putkisto + pumppu) tai miten nopeasti varotoimenpide voidaan vuototilanteessa (jätevedelle ja/tai jätelietteelle) ottaa käyttöön tai rakentaa.

Varautumisen parantamiseksi oli tehty seuraavia ehdotuksia:

- patojen ulkopuolisen varoaltan tilavuuden kasvattaminen tai varoaltaiden määrän lisääminen
- rikastushiekan läjittämisen siirtäminen maan päältä kaivostäyttöön
- ulkoisen pelastussuunnitelman laatiminen, häiriötilanteiden harjoittelun ja henkilökunnan koulutuksen lisääminen patoasioista
- patojen sekundääristen hallintarakenteiden parantaminen (esim. ympärysojat)
- pumpattavan materiaalin laadun tarkkailu ja häiriöiden välitön korjaaminen
- ylimääräisen veden varastoinnin vähentäminen
- palautuspumppaamon rakentaminen ylivuoto- ja patovuotovesille
- etävalvonnan kehittäminen

Jätelietteen ja -vesien ympäristöön leviämisen estämiseksi on tärkeää, että patovauriot havaitaan ja korjataan nopeasti. Tarkkailu on useimmilla toimijoilla tiheää (1-3 krt/vrk), jolloin patovauriot voidaan havaita nopeasti. Patojen korjaamiseen tarvittavat materiaalit ja -koneet tulisi olla myös nopeasti saatavilla. Useimmilla nämä asiat ovat kunnossa, mutta osalla toimijoista esim. korjausmateriaalit eivät ole varastoituina patojen läheisyydessä tai kaivosalueella, vaan ne tulee ensin kaivaa maasta ylös. Tämä hidastaa huomattavasti vaurion korjaamista.

Nopean reagoinnin ja vauriokohdan korjaamisen ohella tulisi olla käytössä myös varajärjestelmät, joihin altaasta purkautuvien jätevesien ja -lietteiden leviäminen pysähtyy. Yli puolella oli käytössä joko lisäpadot tai varoaltaat, joihin altaasta vuotava liete tai jätevesi joko ohjataan ojilla tai pumpataan pumpuilla. Näiden lisäksi muutama toimija oli suunnitellut vuodon padottamista olemassa oleviin väyliin tai sen leviämisen estämistä patoamalla ojia tai ojarumpuja. Viiden toimijan osalta jää epäselväksi, onko varajärjestelmiä ollenkaan olemassa lietteiden tai jätevesien leviämisen estämiseksi, ainakaan niitä ei kuvattu vastauksessa.

Yleisesti ottaen vastausten perusteella on vaikea arvioida, ovatko kuvatut rakenteet käytännössä riittäviä ympäristövahinkojen estämiseen patovaurioiden sattuessa (esim. toiminnan nopeus, riittävä pumppaus- ja varoallaskapasiteetti) ja / tai yksistään pohjavaurion osalta. Suositeltavaa olisi, että jokaisella toimijalla olisi käytössään toimivat varajärjestelmät pato- ja pohjavuotojen varalle.

*Kysymys 5: Miten estetään tai mitkä ovat varotoimet, ettei pistemäinen, eroosiota aiheuttava kuormitus (esim. patorakenteen päällä rikkoutuneesta putkesta valuva rikastushiekka/vesi) pääse aiheuttamaan patorakenteeseen vauriota?*

Varotoimenä kaikki toimijat yhtä lukuun ottamatta tarkkailevat päivittäin patoja ja viisi toimijaa raportoi tarkkailevansa säännöllisesti myös suotovesien määriä. Kolmella oli lisäksi käytössä myös kameravalvonta tarkkailun tehostamiseksi ja patovaurioiden havaitsemiseksi, ja yhdellä toimijalla suotovesikaivon hälytysjärjestelmä veden pinnan nousun varalle.

Eroosion aiheuttaman kuormituksen estämiseksi oli toimijoilla erilaisia ennaltaehkäiseviä menettelyjä käytössä. Vastauksissa korostui putkilinjojen, pumppujen ja instrumentoinnin säännöllisen huollattamisen merkitys (8 toimijaa). Lisäksi vastauksissa tuotiin yleisellä tasolla esille patojen huolellinen rakentaminen, padon oikea rakenne ja putkien oikeanlainen sijoittaminen. Yksityiskohtaisempina toimina kuvattiin padon reunojen suojaaminen joko eroosiokivikerroksella (4) tai maisemoinnilla (2), syöttöputken sijoittaminen penkan sisäreunaan (4), useiden purkupisteiden käyttäminen (1), purkuputken sijoittaminen riittävän etäälle padon reunasta (1), padon sisäpuolen suojaus ns. rikastushiekan beachillä (3) ja padotetun veden määrän minimointi (3). Yksi vastanneista raportoi vahvistaneensa padon reunaa peittävät kalvot tuloputken liuosvirtaaman kohdalla ja korosti henkilökunnan koulutuksen merkitystä varautumisessa.

Välittöminä toimenpiteinä putkirikkotilanteessa kuvattiin pumppauksen lopettaminen rikkoutuneeseen putkeen (4 toimijaa) ja varaputkiston käyttöönotto (2 toimijaa).

Vastausten perusteella pistemäisen eroosion estäminen perustuisi suurimmalla osalla lähinnä säännölliseen patojen tarkkailuun ja siinä havaittujen poikkeamien korjaamiseen sekä laitteiston kunnossapitoon säännöllisellä huollolla. Ainoastaan kolme toimijaa oli kuvannut kattavasti sekä padon rakenteessa että putkien sijoittamisessa tehdyt toimet eroosion estämiseksi. Vastaavasti kolme toimijaa ei ollut yksilöinyt tarkkailun ja huollon lisäksi mitään muita toimenpiteitä pistemäisen eroosion estämiseksi. Tämän kysymyksen kohdalla ei ollut esitetty ennakoivana toimenpiteenä esim. patovyöhykkeen vesipinnan / huokosveden korkeuden vaihtelun seurantaa, vaikka asia olikin tuotu esille patotarkkailuosassa (2 toimijaa). Yllättävän harva kohde oli kertonut, kuinka toimitaan, kun putki rikkoutuu.

Varautumiseen ehdotettiin parannuskeinoina:

- Putkien sijoittamista allasrakenteen sisäpuolelle (ei päälle)
- Eroosiosuojan rakentamista mm. patorakenteen päälle
- Kuivan beachin pitämistä riittävän laajana (kun korotukset tehdään rikastushiekasta)
- Rikastushiekan levittämistä useammasta pisteestä tasaisemmin patoa vasten

Varautumisen parannusehdotukset vaikuttavat sellaisilta, jotka tulisi olla kaikilla käytössä patojen kestävyuden parantamiseksi. Vastausten perusteella jää sellainen kuva, etteivät läheskään kaikki vastaajat ole tiedostaneet, mitkä asiat patorakenteissa ovat tärkeitä pistemäisen eroosion estämisessä. Tämä voi johtua osittain siitä, ettei vastaajissa ollut mukana yritysten padoista vastaavia henkilöitä. Tämän pohjalta

olisi suositeltavaa lisätä patopuolelle koulutusta ja ohjeistusta siitä, miten patojen vauriot voidaan käytännössä estää. Koulutukseen olisi hyvä lisätä myös valvonta- ja tarkkailumenetelmiä, joiden avulla saataisiin ennakoivaa tietoa.

Tärkeää on, että pato suunnitellaan lähtökohtaisesti huolellisesti ja rakennetaan asianmukaisesti ja valvotusti ja suunnitelmanmukaisista materiaaleista ja että allasta käytetään, kuten sitä on suunniteltu käytettävän sekä seurataan rakenteen toimintaa. Suotavat padot ovat erilaisia kuin vesitiiviit rakenteet, ja suotoveden virtaus voi muuttaa ajan kuluessa patojen rakennetta.

#### 4.4

### Riski 3: Haitta-aineiden kulkeutuminen

**Riski 3:** Haitta-aineita liukenee tai huuhtoutuu kaivokselta normaaliin verrattuna merkittävästi suurempia määriä.

Itsearviointin tulokset:

- 1 kpl "tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin"
- 4 kpl "tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti"
- 11 kpl "tilanteeseen on varauduttu hyvin"
- 4 kpl "tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin"

Suurin osa kaivosten vastauksista riskin 3 osalta eivät, lähinnä kysymysasettelun vuoksi, sisältäneet varsinaista toiminnan ja riskien hallinnan itsearviointia. Kaivokset ovat tunnistaneeet ja luetelleet haitta-aineet, joiden mahdollista pääsyä vesistöön tarkkaillaan. Haitta-aineita tarkkaillaan lähes kaikissa kaivoksissa säännöllisesti ympäristöluvan tarkkailuohjelman mukaisesti ja monet kaivokset ovat myös kuvanneet toimintatapansa mahdollisen hälytysrajan ylittyessä. Tarkkailuohjelman soveltuvuutta ao. riskin eli mahdollisten poikkeuksellisten päästöjen määrittämiseen ei kuitenkaan ole arvioitu tai perusteltu.

Vastausten perusteella päästöjen tarkkailua tehdään pitkälti ympäristöluvan vaatimusten mukaisesti normaalia toimintaa ja tavanomaisia päästöjä ajatellen, jolloin ennakkointinäkökulma eli mahdollisuus poikkeuksellisten päästöjen havainnointiin jää suurelta osin puuttumaan. Tulevaisuudessa olisikin tarpeen miettiä laajemmin ja tapauskohtaisesti, miten haitta-aineita saattaa joutua ympäristöön myös poikkeavissa tilanteissa ja mitä nämä poikkeukselliset tilanteet voivat olla sekä minkälaisia ympäristövaikutuksia tai -riskejä tästä voi aiheutua. Muutamat kaivokset ovat tosin esittäneet jo nyt toimenpiteitä, joiden perusteella näihin tilanteisiin varautuminen paranisi.

Kohdekohtaisia ympäristövaikutuksia ja niiden arvioinnin tasoa ei voinut vastausten perusteella yleisesti arvioida, koska näitä asioita ei ollut yksiselitteisesti kysytty eikä niihin siten ollut useimmissa tapauksissa vastattu. Arvio olisi edellyttänyt vähintään kuvauksen päästötasoista (normaalin toiminnan aikana ja poikkeuksellisessa tilanteessa) ja päästöt vastaanottavan ympäristönosan perusominaisuuksista (esim. purkuvesistön virtaama/vedenvaihtuvuus). Muutamista vastauksista kävi kuitenkin ilmi, että esimerkiksi vesistövaikutuksia tietyissä kohteissa on arvioitu perustellusti mm. mallinnusten, haitta-ainepitoisuuksien kasvun ja ympäristölaatu normien avulla. Tällaista tarkastelua tulisikin pitää päästöriskien arvioinnin peruslähtökohtana useimmilla kaivosalueilla. Useimmissa vastauksissa päästöjen todettiin sen sijaan alittavan yleisesti ympäristöluvassa asetetut raja-arvot, mutta varsinaista arvioita vaikutuksista (esim. pitoisuusmuutokset vastaanottavassa vesistössä todetuilla tai raja-arvojen mukaisilla päästötasoilla tai seurannan perusteella tai vaikutuksista eliöihin)



ei ollut esitetty. Muutamissa vastauksissa todettiin toisaalta toiminnan päästöjen aiheuttaneen vesistövaikutuksia erittelemättä tarkemmin niiden syitä ja merkitystä. Tämän lisäksi ympäristövaikutuksiin viitattiin yksittäisissä vastauksissa mm. ravinnekuormituksen ja rehevöitymisen, vaikutusalueen eliöstön ja laajuuden (esim. alueella runsas eliöstö ja vaikutukset rajoittuvat kaivospiirin alueelle) sekä ympäristöön mahdollisesti pääsevän ylimääräisen veden ja kiintoaineen aiheuttamien vaikutusten (esim. metsämaan liettyminen ja sen taloudelliset ja esteettiset haitat) osalta.

**Kysymys 6: Mitä ympäristön kannalta merkittäviä vaarallisten tai haitallisten aineiden päästöjä (vesiin ja ilmaan, poikkeukselliset tilanteet mukaan lukien) kaivos on tunnistanut oman toimintansa voivan aiheuttaa? Luettele myös tarkkailuohjelmiin kuulumattomat haitta-ainepäästöt.**

Suurin osa toimijoista oli tunnistanut kattavasti toiminnastaan aiheutuvat keskeiset haitta-ainepäästöt. Ainoastaan muutama kaivos oli jättänyt haitta-aineet nimeämättä, vaikka kaivoksen toimintakuvaus (malmikiven prosessointi tai räjähdysaineiden käyttö) viittasi mahdollisiin haitta-ainepäästöihin. Rikastusprosessista peräisin olevia aineita ei pääsääntöisesti pidetty haitallisina, sillä vain muutama yhtiö oli listannut rikastamoiden käyttämät kemikaalit haitallisten aineiden luetteloissaan.

Vastausten perusteella vesiin kohdistuvista haitta-ainepäästöistä ovat heikoimmin ymmärrettyjä kaivannaisjätteiden mahdollisessa kemiallisessa rapautumisessa vapautuvat haitta-aineet ja ravinnekuormitus (esim. N-yhdisteet, Ca, Mg, K). Ravinteiden kokonaiskuormitus voi olla suurta ja sen vaikutukset vesistöissä merkittäviä (esim. pidempiaikainen muutosvaikutus eliöstön hävikkiin tai lajiston yksipuolistumiseen/runsastumiseen). Yhdessä vastauksessa oli kuitenkin kuvattu ravinnepäästöjen vaikutusta vastaanottavassa vesistössä.

Vesiin kohdistuvat päästöt oli yleisesti tunnistettu ja huomioitu paremmin kuin ilmaan kohdistuvat päästöt. Ilmaan kohdistuvista päästöistä oli tunnistettu pöly- ja pakokaasupäästöt sekä mahdolliseen energiatuotantoon liittyvät kaasupäästöt. Näiden osalta puuttui kuitenkin useimmiten yhdiste-erittely. Pienhiukkasten haitallisuutta ei ollut tunnistettu. Malmikiven prosessoinnissa (vaahdotus-/liuotusmenetelmät) ja jätealtailta/vesialtailta muodostuvia kaasupäästöjä ei pääsääntöisesti kuvattu tai katsottu haitallisiksi yhtä kaivosta lukuun ottamatta, joka mainitsi rikkivetypäästön.

Osa kaivoksista seurasi kaivosten lupaehtojen lisäksi omaehtoisesti haitta-aineiden tasoja omissa laboratorioissaan tehtävillä määrityksillä. Omaehtoisella haitta-aineiden tarkkailulla kaivokset voivat reagoida nopeammin mahdollisiin ongelmatilanteisiin, sillä luvanvaraisessa tarkkailussa voi olla viikkoja tai kuukausia näytteiden oton ja laboratoriovastausten saamisen välillä. Omaehtoisella tarkkailulla kaivokset voivat myös varmistua, etteivät muuttuvat olosuhteet, kuten suuri sadanta lyhyessä ajassa, muuta ympäristön tilaa. Omaehtoista tarkkailua voi myös tehdä tarpeen mukaan eri puolilla kaivosaluetta tai sen ympäristöä.

Haitta-aineiden tarkkailun kattavuuden parantamiseksi olisi jatkossa suositeltavaa kiinnittää enemmän huomiota mahdollisiin rikastuskemikaali- ja ravinnepäästöihin sekä ilmaan kohdistuvien päästöjen tunnistamiseen. Lisäksi olisi hyvä määrittää luonnon radioaktiiviset aineet, uraani ja torium (ja joissain tapauksissa näiden radioaktiiviset tytäraineet radium, polonium, lyijy) yllätysten välttämiseksi malmien ja sivukivien lisäksi rikasteista, jätėjakeista ja vesijakeista. Vaikka malmin ja sivukiven uraani- ja toriumpitoisuudet olisivat alhaisia tai normaaleja Suomen kallioperässä, nämä aineet tai niiden tytärnuklidit voivat rikastusprosessista riippuen kerääntyä johonkin fraktioon.

Poikkeuksellisten päästöjen vaikutusten ymmärtämiseksi ja toiminnan kehittämiseksi yhä ympäristömyönteisemmäksi on suositeltavaa tiedostaa päästöjen vaikutukset ekosysteemeille (esimerkiksi eliövaikutuksiin) ja aineiden kiertoon.

*Kysymys 7. Miten käytössä olevaa tarkkailuohjelmaa noudattaen havaitaan normaalista poikkeavat haitallisten aineiden määrät ja kulkeutuminen ympäristöön (mm. jätealueen tarkkailuasemien riittävyys potentiaalisten vuotokohtien määrään verrattuna)?*

Useimmissa kohteissa on käytössä monipuolista tarkkailua sisältäen mm. pinta- ja pohjavedet, juoksuuttavat prosessivedet, kaivoksen kuivanapitovedet, jätealueiden suotovedet, patorakenteet sekä pumppujen ja putkiston kunnon. Muutama tarkkaili myös pölylaskeumaa ja virtaamia ja/tai mittasi rikastushiekka-aitaiden ympäristön sähkönjohtavuutta. Lähes kaikki kuvasivat tarkkailun perustuvan viranomaisen vahvistamaan, alkujaan toiminnanharjoittajan ehdottamaan tarkkailuohjelmaan. Vastausten perusteella ainoastaan kahdessa kohteessa ei olisi lainkaan pinta- tai pohjavesien laadun tarkkailua. Useimmista vastauksista puuttui maininta siitä, sisältyykö bioindikaattorien käyttö tarkkailuohjelmiin.

Vastausten perusteella poikkeavien päästöjen havaitsemisessa ja tunnistamisessa oli kuitenkin monilla toimijoilla puutteita. Poikkeamia oli havaittu, mutta useasta vastauksesta puuttui kuvaus siitä, mikä tarkkailussa (mitkä tekijät, tarkkailun menetelmäosat tai mittaussparametrit) kuvaa poikkeamia ja kuinka poikkeamat voidaan tarkkailun perusteella käytännössä havaita (esim. päästöveden kemiallinen reaktiivisuus (esim. happamoittava), alapuolisen vesistön suolaantumisriski, kuinka käytetään bioindikaattoreita poikkeamien havaitsemisessa). Tunnistavana tekijänä poikkeamien havaitsemiseksi kuvattiin pitoisuusrajan ylitys. Ainoastaan yhdellä toimijalla oli vastausten mukaan käytössä poikkeamien hallintajärjestelmä. Hyvänä käytäntönä osalla toimijoista oli käytössä sisäistä tarkkailua veloitettarkkailun lisänä, mikä osoittaa halua ja valmiutta oman toiminnan ympäristövaikutusten tunnistamiseen ja niihin puuttumiseen. Vastauksiin olisi toivonut kuitenkin kuvausta siitä, kuinka lisätarkkailu auttaa havaitsemaan poikkeamat, esimerkiksi tunnistamaan prosessihäiriön tai häiriön veden puhdistuksessa, sekä siitä, kuinka nopeasti kemiallinen analyysi saadaan poikkeamatilanteessa ja onko omassa laboratoriossa mittausvalmiutta poikkeustilanteisiin.

Parannusehdotuksena esitettiin jatkuvatoimisten mittausten ja automaattisten näytteenottimien käytön lisäämistä sekä metallipitoisuuksien analysointia käytötarkkailun yhteydessä omassa laboratoriossa, jolloin tulokset olisivat nopeasti käytettävissä. Lisäksi ehdotettiin tarkkailussa käytettävien analyysimenetelmien yhtenäistämistä, jotta laboratoriot voisivat investoida menetelmiin eikä tarvitsisi lähettää näytteitä ulkomaille analysoitaviksi (aikaviive, laboratorioden vasteaikojen pienentäminen).

Vastausten perusteella voidaan arvioida, että häiriöhavaintojen dokumentoinnissa on parantamisen varaa. Koulutuksella/tiedotuksella voitaisiin parantaa poikkeamien tunnistamista/havaitsemista (ml. millaisilla menetelmillä poikkeamat voisi tunnistaa).

**Kysymys 8: Muuttuuko rikastushiekka- ja/tai saostumajäteaineksen ja/tai sivukiven kemiallinen koostumus, miten se muuttuu ja mitä haitallisia vaikutuksia muutoksilla on ympäristöön pitkällä aikavälillä? Miten kemiallista muuttumista tarkkaillaan?**

Kaivannaisjätteiden koostumus oli lähes kaikissa vastauksissa kuvattu kohtuullisen hyvin ja kattavasti, ja osalla oli kuvaus myös jätteeseen liittyvistä kemiallisista riskitekijöistä. Vastanneista kahdeksan kaivoksen jätealtaan rikastushiekka ei vastauksen ja tehtyjen tutkimusten perusteella muutu merkittävästi kemiallisesti. Muista suurin osa kuvasi, että jätteen koostumusta ja mahdollista hapon muodostusominaisuutta seurataan säännöllisin näytteenotoin ja kattavin analyysin tarkkailuohjelman mukaisesti.

Monen vastaajan mielestä jätteen kemiallisen koostumuksen seuranta oli riittävää jätteen kemiallisen muutunnan tarkkailuksi ilman erittelyä siitä, mikä analyysissä kuvasi kemiallista muutunutta. Vähemmistönä olivat vastaukset, joista ilmeni, ettei jätteen koostumus- tai ympäristövaikutusseurantaa tehty lainkaan, koska sitä ei ole velvoitettu (eli ei ole merkitty pakolliseen tarkkailuohjelmaan). Vain muutama toimija vastasi, että kaivannaisjätteen potentiaalista/todellista kemiallista muutunutta on tutkittu tai sen selvittämiseksi suunnitellaan tutkimuksia. Näissä vastauksissa ilmeni, että seuranta kohdistuu suotovesien kemialliseen laatuun, mutta vastauksissa ei eritelty tarkemmin havaittuja ympäristömuutoksia tai arvioitu mitkä ne olisivat tulevaisuudessa (pitkän ajan kuluttua).

Yleisarviona voidaan todeta, ettei kaivannaisjätteiden kemiallista muutunutta (mieneraalien rapautumista) ja sen seurantamenetelmiä tunneta kovin hyvin. Ilmeisesti tämän vuoksi kysymyksen jälkiosaa ei ollut selkeästi kuvattu. Monissa kohteissa ei ollut esimerkiksi ymmärretty, että jätteiden pitkäaikaista muuttumista voidaan seurata esimerkiksi jätealueiden suotovesien tai pohjavesien laatua analysoimalla, vaikka arvioinnin tekijällä on tiedossa, että joillakin kaivoksilla on havaintoputkia jätealueiden suotoalueilla ja osa myös seuraa suotovesien laatua säännöllisesti/satunnaisesti.

Toimijoiden ehdottamia parannuskeinoja nykytilanteeseen olivat:

- Rikastushiekka-altaiden peittomateriaalin ja -rakenteen kehittäminen haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi
- Jätteiden ominaisuuksien säännöllinen analysointi
- Jätejakeen (saostumajätteet) tasalaatuisuuden kehittäminen
- Jätteiden pitkäaikaiskäyttämisen tutkiminen

Muutamilla kaivoksilla hyödynnetään kemiallisesti muuttuvaa sivukiveä tai rikastushiekkaa jätealueiden patojen korottamisessa tai muissa rakenteissa. Kaivannaisjätteiden ominaisuuksien muuttuminen pitää ottaa huomioon pohjan ja patojen kuormitusta aiheuttavana ja rakenteiden pitkäaikaiskäyttämiseen vaikuttavana tekijänä. Materiaalin muutunnan seurauksena voivat kemialliset olosuhteet rakenteissa muuttua (esim. pH) tai materiaalin fysikaaliset ominaisuudet heiketä. Jos veden pinta altaassa on haponmuodostuksen estämiseksi pidettävä korkealla, vesitiiviin pohjarakenteen mitoitustien tulee olla riittävän pitkä ja rakenteet mitoitettava ko. vesipaineelle. Altaissa, joissa ei ole vesitiiviitä pohja- ja patorakenteita on huomioitava, että veden suotautuminen maaperään jatkuu vielä kaivoksen sulkemisen jälkeenkin, vaikka rakennettaisiin vesitiivis pintarakenne.

Jatkossa tulisi lisätä koulutusta kaivannaisjätteiden kemiallisen muuttumisen ymmärtämiseksi ja tunnistamiseksi ja asian huomioimiseksi tarkkailussa. Jätteiden ominaisuuksia analysoitaessa tulee määrittää myös kemiallista muuttumista kuvaavat/osoittavat ominaisuudet.

## Riski 4: Sähkökatkot

**Riski 4:** Myrskyistä tai muista syistä johtuvan pitkäkestoisen sähkökatkoksen vuoksi rikastusprosessit ja jätevesien käsittely eivät mm. pumppausongelmien vuoksi toimi.

Itsearviointin tulokset:

- 2 kpl "tilanteeseen ei ole varauduttu"
- 1 kpl "tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin"
- 2 kpl "tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti"
- 10 kpl "tilanteeseen on varauduttu hyvin"
- 5 kpl "tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin"

Kaivosten ja rikastamojen vastaukset sähkökatkotilanteiden hallitsemiseksi on kerätty liitteeseen 8.

### *Kysymys 9: Miten kaivos on varautunut myrskyihin ja niiden mahdollisesti aiheuttamiin pitkäkestoisiin sähkökatkoihin?*

Sähkökatkoksiin varautumisen taso vaihteli kaivoksilla suuresti. Puolella vastanneista toimijoista oli varmistettu sähkön saanti varavoimalla kriittisiä toimintoja varten sähkökatkoksen aikana (mm. varasähkölinjat (8), aggregaatit (1), varavoimageneraattorit (2) ja varamuuntajat (1)). Lisäksi vesien hallintaan oli varauduttu polttoainekäytöisillä pumpuilla. Seitsemällä toimijalla ei ollut käytössään lainkaan varavoimajärjestelmiä tai polttoainetoimisia pumppuja. Niissä joko ei ollut varauduttu sähkökatkoihin lainkaan (2 kaivosta, 1 rikastamo) tai vesien hallinta perustui ylimääräisten vesien painovoimaiseen juoksutukseen (2) tai riittäväksi arvioituun allas- tai varallastilavuuteen (3). Muita käytössä olevia vesien hallintaan liittyviä varajärjestelmiä sähkökatkojen varalle olivat: paluuvesipumpun lukitseminen jätevesipumppaamon käyntitietoon, ylimääräisten vesien pumppaus vesistöön tai suljettuun kaivokseen vesipintojen tasaamiseksi. Kaksi toimijaa raportoi varautuneensa myrskyjen aiheuttamiin riskeihin varmistamalla, että sähkölinjat ovat ns. puuvarmoja, eli kaatuvat puut eivät pääse vaurioittamaan sähkölinjoja.

Polttoaineiden käyttöön perustuvien varavoima- tai pumppausjärjestelmien käyttäjät eivät olleet kuvanneet, onko polttoainevarastojen koossa varauduttu yllättävän sähkökatkon aiheuttamaan kulutuspiikkiin.

Kahteen sähkölinjaan (20 kV ja 110 kV) turvautuvat kaivokset eivät ole täysin varmoja ratkaisuja, koska pää- ja paikallisverkko voivat olla poissa käytöstä samanaikaisesti eivätkä järjestelmät ole redundantteja. Erillinen varasähköjärjestelmä tai polttoainekäyttöiset pumput ovat riippumaton (redundantti).

Vastausten perusteella ainoastaan kahdella toimijalla oli olemassa valmiussuunnitelma sähkökatkojen varalle ja yhdellä oli suunnittelu käynnissä.

Varautumisen tason parantamiseksi kaivosten vastauksissa ehdotettiin mm.

- varavoiman lisäämistä/hankkimista mm. pumppaamoiden, kemikaalien annon tai muiden kriittisten toimintojen tueksi (generaattorit, aggregaatit, varasähkölinjat),
- polttomoottoripumppujen hankkimista,
- varajärjestelmien säännöllistä kunnossapitoa ja toimivuuden varmistamista sekä
- toimintasuunnitelman laatimista sähkökatkon varalle.

Suurin osa ns. suurista toimijoista oli selvästi varautunut sähkökatkojen varalle hyvin.

Varautumista voitaisiin jatkossa parantaa esimerkiksi tunnistamalla riskinarvioinnin pohjalta ne toiminnot, jotka tulisi turvata myös sähkökatkojen aikana (mm. rikastusprosessissa, jätevedenkäsittelyyn ja allas- ja patoturvallisuuteen liittyen) ja laatimalla toimenpidesuunnitelmat sähkökatkojen varalle. Toimenpidesuunnitelman pohjalta tulisi toteuttaa tarvittavat hankinnat varautumisen parantamiseksi ja ylläpitämiseksi.

**Kysymys 10: Kuvaile pitkäkestoisen sähkökatkon vaikutukset haitallisten aineiden pääsyle ympäristöön, erityisesti vesistöihin (esim. jätelietteen vuoto ympäristöön)?**

Yli puolet toimijoista oli arvioinut, ettei sähkökatkoksella ole vaikutusta haitallisten aineiden pääsyyn ympäristöön tai sitä ei pidetty merkittävänä riskinä. Useimmilla näin vastanneilla oli sähkönsyötölle tai -tuotannolle olemassa varajärjestelmät. Kahdessa vastauksessa arvioitiin vesien varastointikapasiteetin olevan niin riittävä, ettei vaikutuksia muodostu, ja muutamassa vastauksessa todettiin, että altaat voidaan tarvittaessa tyhjentää painovoimaisesti ja venttiilit avata/sulkea käsin. Kohteet, joissa oli vain maanalaista louhintaa, arvioivat, ettei päästöjä ympäristöön muodostu, koska kaivoksen kuivanapitoveden pumppaaminen loppuu ja päästöjä aiheuttavat vedet jäävät maan alle. Yhdessä vastauksessa oli todettu olevan käytännön kokemusta sähkökatkotilanteesta ja ettei sen perusteella ole riskiä merkittävien vaikutusten muodostumisesta.

Sähkökatkon aiheuttama tapahtumaketju oli yleisesti heikosti kuvattu – useimmissa vastauksissa oli lähinnä todettu, että kaivos- ja prosessivesien ja rikastushiekan pumppaus päättyy, ja kaivostilat alkavat täyttymään vedellä. Vastauksissa ei ollut välttämättä osattu yhdistää sähkökatkoa ja myrskyä (voimakkaita sateita) toisiinsa. Ainoastaan muutamassa vastauksessa oli kuvattu sähkökatkon aiheuttama tapahtumaketju.

Muutamassa vastauksessa oli kuitenkin arvioitu, että sähkökatkolla voisi olla seuraavanlaisia vaikutuksia:

- Ympärysojien tulviminen tulva-aikana
- Mahdolliset kemikaalivuodot ilmaan (tulipalo)
- Rikastushiekka-altaan vesien pääsy alapuolisiin vesistöihin
- Rikastusprosessin lietteen valuminen lattialle
- Vesien varastoaltaiden täyttyminen, ylijuuksutus vesistöön

Useimpiin näihin riskeihin oli kuitenkin varauduttu tai oli olemassa suunnitelma varautumisen varalle, esimerkiksi vesien pumppaaminen varavoimalla ja varoaltaat rikastusprosessista valulle lietteelle. Ylijuuksutustilanteessa ei ollut kuitenkaan mainintaa mahdolliseen vesien käsittelyyn varautumisesta yhtä toimijaa lukuun ottamatta.

Suosittelavaa olisi selvittää sähkökatkon aiheuttama tapahtumaketju riittävällä tarkkuudella ja varautua vesien käsittelyyn myös mahdollisessa sähkökatkon aikaisessa vesien ylijuuksutustilanteessa. Myös tilanteessa, jossa kaivoksen kuivatusvesien pumppaus sähkökatkoksen myötä keskeytyy eikä vettä pääse siten ympäristöön suoranaisesti sähkökatkoksesta johtuen, pitää katkon päättyessä aloitettavan kuivatuspumppauksen yhteydessä varmistaa, että laskeutusaltaiden virtaamat eivät nouse liian suuriksi ja siten aiheuteta sähkökatkon jälkeen tahattomasti päästöjä ympäristöön.

## Riski 5: Riskien arviointi

**Riski 5:** Kaivoksen omat resurssit eivät riitä ongelmatilanteissa arvioimaan ekologisia ja ympäristöterveysriskejä.

Itsearviointin tulokset:

- 1 kpl "tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin"
- 2 kpl "tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti"
- 11 kpl "tilanteeseen on varauduttu hyvin"
- 6 kpl "tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin"

Riskitilanteella haluttiin selvittää kaivosten valmiutta, resursseja ja menettelytapoja ongelmatilanteiden aiheuttamien ympäristöriskien (sis. mahdolliset ekologiset, terveys- ja viihtyvyshaitat) arviointiin ja hallintaan. Tarvittavan riskinarvio-osaamisen taso riippuu kaivoksen toiminnan luonteesta (metallikaivos, metallikaivos ja rikastamo, muu mineraalikaivos, karbonaattikaivos), kaivoksen koosta ja sen prosesseista, kaivoksen sijainnista (lähellä asutusta, vesistöjen äärellä; mitä joudutaan arvioimaan). Perusosaamisena kaivosten tulisi tunnistaa, milloin tulee käynnistää perusteellisempi arviointi.

Kaivosten omaa arviota arvioida toimintansa aiheuttamia ympäristö- ja ympäristöterveyshaittoja/riskejä voidaan pitää vallitsevaan tavoitetilaan nähden oikeaan osuvana ja useimpien kaivosten osalta hyvänä. Kuitenkin tavoitetasoa olisi syytä nostaa nykyisestä. Vastausten perusteella useat kaivokset ymmärsivät asian koskevan ensisijassa toimintahäiriöitä varsinaisissa kaivosprosesseissa ja niiden vaikutusten arviointia kaivosalueella, työterveysnäkökulmasta ja prosessihäiriöinä. Niiden käsittelyä kuvattiin vastauksissa varsin yksityiskohtaisesti ja ympäristövaikutusten arviointi kaivoksen ympäristössä jäi toissijaiseksi eikä ollut toimintaa ohjaava tekijä. On selvää, että kaivoksen työntekijät on turvattava ja suojattava. Seuraavaksi keskeiseksi asiaksi näytti nousevan kaivoksen toiminnan jatkaminen/jatkuminen (tuotannon keskeytykset, ilmeisesti taloudellisista lähtökohdista). Ympäristön pilaantuminen oli myös huolenaiheena, vaikkei haitta-aineiden ekologisia vaikutuksia oltu vastauksissa tarkemmin pohdittu. Vaikutusten arviointia kaivosten ympäristön ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen ei tuotu poikkeuksia lukuun ottamatta sanallisesti ilmi eikä kaikkien päästöjen arviointitarvetta tiedostettu. Esimerkiksi melua tai pölyä ei mainita vastauksissa arvioitavina päästöinä, vaikka esimerkiksi talkkikaivoksen ympäristössä on yleensä aina tarpeellista arvioida pölypäästöt.

Laajempaa pohdintaa riskien arvioinnista on esitetty liitteessä 8.

*Kysymys 11: Millaiset menettelyt ja resurssit kaivoksella on käytettävissä mahdollisten ongelmatilanteiden vakavuuden, vaikutusten ja tarvittavien toimenpiteiden arviointiin?*

Yli puolet toimijoista nimeää kaivoksen tai yhtiön omat resurssit voimavaraksi ongelmatilanteiden arvioimiseen. Yksi toimija oli arvioinut, että yhtiön omat resurssit ovat riittävät tilanteen arvioimiseen, kun taas kaksi toimijaa oli arvioinut omat resurssinsa riittämättömiksi. Omien resurssien lisäksi useimmilla toimijoilla on käytössään yhteistyökumppaneina ulkopuolisia suunnittelijoita ja asiantuntijoita. Ainoastaan muutama oli nimennyt käytettävät asiantuntijaverkostot laitostarkkuudella. Suuremmissa yhtiöissä lisäosaamista ongelman ratkaisuun löydettiin myös oman konsernin sisältä. Yhdessäkään vastauksessa ei ollut yksilöity, löytyykö konserneista tai yhtiöistä osaamista varsinaisesti ekologisten ja ympäristöterveysriskien arvioimiseen.

Osa toimijoista (alle puolet) oli nimennyt valvovat viranomaiset tai pelastuslaitoksen mahdollisiksi käytössä oleviksi resursseiksi. Onnettomuustilanteissa yhteistyö viranomaisten kanssa on tärkeää, mutta yrityksellä on vastuu tiedottaa lähialueen asukkaita riskeistä, kouluttaa henkilökunta toimimaan oikein poikkeustilanteissa ja tiedottaa avoimesti muille sidosryhmille.

Vastausten perusteella varsinaisia ongelmatilanteiden arvioinnin menettelytapaoheja, joissa määritellään vastuut ja toimenpiteiden aikataulut, oli vain alle puolella toimijoista. Ainoastaan muutama toimijoista oli järjestänyt ongelmatilanneharjoituksia pelastuslaitoksen kanssa.

Asiantuntijaresurssien lisäksi vastauksissa tuotiin esille mm. riskinarviointien ja muiden lakisääteisten selvitysten laatiminen ongelmatilanteiden ennakointiin ja arvioimiseen (3 toimijaa), omien käyttölaboratorioiden käyttö toiminnan kannalta keskeisten muuttujien analysoimiseen (2 toimijaa), kouluttautuminen ongelmatilanteiden varalle (2 toimijaa) sekä ulkoiset ja sisäiset EHS-auditoinnit (2 toimijaa).

Tilanteeseen varautumisen parantamiseen esitettiin kaivosten toimesta seuraavia parannuskohteita:

- Kriisinhallintasuunnitelman laatiminen ja kriisinhallintaryhmän toiminnan kehittäminen
- Poikkeustilanteiden toiminta- ja pelastusharjoitusten lisääminen mm. paikallisen pelastuslaitoksen kanssa
- Poikkeustilanteiden tiedottamisen harjoittelua tiedotusvälineille
- Koulutukseen osallistuminen, oman henkilökunnan kouluttaminen ja tarvittavien henkilöresurssien lisääminen tai tarvittavan osaamisen varmistaminen sopimuksilla
- Riskinhallintaprosessin ja muutosten hallinnan jatkuva parantaminen
- Yhteistoiminta ja tiedonvaihto muiden vastaavien patojen omistajien kanssa

Vastausten perusteella suurimmalta osalta toimijoista löytyy ongelmatilanteissa osaamista omasta yhtiöstään/konsernistaan, mutta lähes kaikki tunnistavat ulkopuolisten asiantuntijoiden ja suunnittelijoiden tai viranomaisten tarpeellisuuden. Harvassa tapauksessa tuntuu kuitenkin olevan selkeää, keneen otetaan yhteyttä millaisessakin ongelmatilanteessa. Ongelmatilanteisiin varautumisen parantamista tulisikin selkeyttää laatimalla niiden varalle toiminta- ja toimenpideohjeet, joissa on yksilöidysti esitetty vastuu- ja toimenpideketjut sekä vastuu- ja yhteyshenkilöt ajantasaisine yhteystietoineen.

Sekä sisäisiä että ulkoisia pelastusharjoituksia tulisi järjestää säännöllisin väliajoin ja kouluttaa henkilöstö toimimaan poikkeustilanteissa. Riskinarviointien käyttö olisi suositeltavaa mahdollisten riskikohteiden tunnistamiseksi ja ennakointiseksi.



## Riski 6: Viestintä

**Riski 6:** Kaivoksen viestintä ei ympäristöongelman ilmetessä toimi.

Itsearviointin tulokset:

- 2 kpl "tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin"
- 2 kpl "tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti"
- 12 kpl "tilanteeseen on varauduttu hyvin"
- 4 kpl "tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin"

Riskitilanteella haluttiin kartoittaa teknisiä valmiuksia tiedottaa (koskee lähinnä kaivoksen sisäistä tiedottamista), tiedotuksen suunnitelmallisuutta (ohjeet), käytettävissä olevia henkilöresursseja (määrä ja osaamisen taso), tahoja joille tiedotetaan (kattavuus), asioista, joista tiedotetaan, ja tiedotuskynnystä, koska tiedotetaan.

**Kysymys 12:** *Miten varmistetaan alueella olevien työntekijöiden tiedonsaanti ja varmistetaan, että he toimivat tilanteen edellyttämällä tavalla?*

Stressitestivastausten perusteella vaikuttaa siltä, että kaivoksilla on kohtalaisen hyvä valmius tiedottaa työntekijöilleen uhkaavista onnettomuuksista ja muista poikkeustilanteista kaivosalueella. Työntekijät ovat teknisesti hyvin tavoitettavissa, useiden kaivosten vastauksissa kerrottiin yhteydenpitovälineet, kuten puhelin, internet ja info-tv. Poikkeustilanteita on kaivosalueilla myös harjoiteltu, mutta moni kaivos totesi tässä kehittämistarpeen: lisää käytännön harjoituksia olisi tarpeen pitää.

Vain yksi kaivos kertoi vastauksessaan perehdyttävänsä koko henkilökuntansa sekä ulkopuoliset työntekijät pelastussuunnitelman keskeisiin asioihin. Tässä yrityksessä koulutuksen katsotaan olevan voimassa ulkopuolisille työntekijöille kaksi vuotta ja omalle henkilökunnalle kolme vuotta. Koulutus sisältää myös kirjallisen tentin, jolla osaaminen varmistetaan. Samalla yrityksellä on myös käytössä hälytysjärjestelmä, jonka avulla yllättävissä tilanteissa varoitetaan alueella työntekijöitä ja kutsutaan palo- ja pelastushenkilöstö koolle. Tätä voidaan pitää erinomaisena työntekijöiden kouluttamisen ja tiedon jakamisen esimerkkinä. Vastaavanlainen toimintamalli olisi suositeltavaa ottaa käyttöön kaivoksilla laajemminkin.

**Kysymys 13:** *Miten ja minkälaisissa tilanteissa kaivos hoitaa tiedottamisen lähiympäristön asukkaiden, viranomaisten ja median/yleisön suuntaan mahdollisen ympäristöongelman/ poikkeustilanteen ilmetessä?*

Tiedotuskynnys poikkeustilanteista viranomaisille kuvataan vastauksissa yleisesti matalaksi, poikkeamista ilmoitetaan viranomaisille nopeasti. Viranomaisina mainitaan usein palo- ja pelastustoimi eli fokuksessa on akuuttien ongelmatilanteiden hoito kaivosalueella. Ongelmatilanteista tiedottaminen kaivosta valvoville viranomaisille vaikuttaa myös olevan herkässä. Poikkeustilannetta kuvataan hoidettavan yhdessä viranomaisten kanssa. Tällöin viranomaisten osaaminen saadaan myös käyttöön.

Kaivosympäristöt ovat hyvin erilaisia sen suhteen, miten lähellä ja kuinka paljon kaivoksen ympärillä asuu ihmisiä. Tiedotustarve ympäristön asukkaille riippuu myös kaivoksen päästöjen luonteesta. Kun asutusta on lähellä runsaasti, ja päästö voi levitä asujaimistoon/haitata ihmisiä, varautuminen tiedottamiseen ja tiedottaminen on tärkeämpää kuin kaukana asutuksesta olevalla kaivoksella. Useat kaivokset mainitsivat tiedottamisen lähialueen asukkaille, ja kuvasivat tiedottamiseen liittyvät menettely-



tavat, mutta osasta kaivoksia jäi epäselväksi, onko asia hoidossa, vaikka kaivoksen sijaintiympäristöstä oli pääteltävissä päästöjen leviämisen mahdollisuus (melu ja pöly).

Tiedottamisesta medialle kuvattiin usein taho, joka siitä vastaa. Tämä taho vaikutti olevan organisaatiossa varsin korkealla. Osalla kaivoksia kuvattiin olevan suunnitelma myös medialle tiedottamista varten. Medialle tiedottaminen liittyy useimmiten negatiivisiin asioihin. Tiedottaminen on pääasiassa vastaamista esitettyihin kysymyksiin. Useimmilla kaivoksilla ei ole ollut tarvetta systemaattiseen laajamittaiseen tiedottamiseen median suuntaan, joten käytännön kokemusta ei ole kertynyt.

Kokonaisuutena syntyi vaikutelma, että tiedottamisiin on varauduttu ja siitä on vähintään jonkin tason suunnitelma olemassa. Kaivoksen sisäistä tiedottamista toimintaan liittyen tarvitaan eniten ja sen on syytä olla kunnossa, koska tilanteisiin voi liittyä välitön terveysriski kaivoksen työntekijöille. Tiedottamistarve medialle on harvinaisempaa ja tällöin ollaan yleensä todellisessa poikkeustilanteessa. Tietoa poikkeustilanteesta olisi hyvä saada mahdollisimman pian julkisesti saataville, josta se on kaikkien tahojen luettavissa. Tämä tehostaa tiedottamista ja vähentää kyselyjä tiedottajille. Osalla kaivoksia oli suunnitelmissa kehittää tiedon esillepanoa mm. kotisivujen kautta internetissä. Tavoitetilanteessa tiedottamisesta on kirjallinen suunnitelma, jossa on vastuut jaettu/vastuuhenkilöt nimetty sen toteuttamiseen. Se kattaa kaikki mahdolliset tiedotustarpeet/tilanteet kaivoksella.

4.8

## Riski 7: Ilkivalta tai sabotaasi

### Riski 7: Ilkivalta tai sabotaasi aiheuttaa vakavan ympäristövahingon.

Tämän riskin kaivoskohtaisia vastauksia tai niistä tehtyjä arvioita ei julkaista, koska ne voivat yksityiskohtaisesti kuvattuina vaarantaa kaivosten turvallisen toiminnan.

#### *Kysymys 14: Miten kaivos on varautunut ympäristövahinkoja aiheuttavan ilkvallan ja sabotaasin riskiin?*

Sabotaasin ja ilkvallan riski on hyvin erisuuruinen eri toimijoilla. Tämän vuoksi myös riskiin varautumisessa tulee sallia kirjavuutta. Tärkeää olisi kuitenkin, että toiminnanharjoittajat tunnistavat mahdolliset ilkvallan ja sabotaasin kohteet, joista voi aiheutua vakavia ympäristövahinkoja. Osa toimijoista oli kirjannut näitä kohteita ylös. Vastusten perusteella varsinaiset varautumissuunnitelmat ilkvallan ja sabotaasin varalle kuitenkin puuttuivat kaikilta toimijoilta, vaikkakin moni toiminnanharjoittaja oli varautunut hyvin ja monipuolisesti ilkvallan ja sabotaasin riskiin. Käytössä oli mm:

- kameravalvonta
- alueen aitaaminen
- valvontakierroskäytännöt, tilojen lukitseminen
- kulunvalvonta
- vartiointi
- miehitys alueella 24 h

Monet niistä toimijoista, jotka olivat arvioineet suoriutuneensa ko. riskistä ainoastaan kohtalaisesti, olivat osanneet esittää selkeitä parannuskeinoja varautumiseensa. Muutamissa kohteissa oli todettu, että asiattomien pääsyä alueelle on vaikea nykytilanteessa estää, koska koko kaivos-/tehdasalue ei ole aidattu. Pelkkien kieltokylttien ja teiden sulkemiseksi asetettujen puomien ei katsottu yksistään olevan riittävää varautumista ilkvallan tai sabotaasiin.

Useassa vastauksessa koettiin, että alueen aitaamisella, kulunvalvonnan ja vartiointin lisäämisellä ja alueen saattamisella kameravalvonnan piiriin (tai kameravalvonnan ulottamisella kriittisille alueille) voitaisiin parantaa varautumista ilkeivallan ja sabotaasin aiheuttamaan vakavaan ympäristövahinkoon. Yksittäisenä ehdotuksena oli myös alueen valaistuksen parantaminen. Lisäksi katsottiin, että toiminnasta ja sen vaikutuksista tiedottamalla voitaisiin vähentää sivullisten mielenkiintoa alueeseen ja siten myös pyrkimistä alueelle.

Yleiseksi käytännöksi suositellaan kaikille kohteille vähimmäistasoksi valvontaa 7 päivänä viikossa.

## 5 Tulosten vertailtavuus

Stressitestiin osallistuneet kaivokset ja rikastamot ovat kaikki erilaisia; eri-ikäisiä ja kokoluokaltaan, prosesseiltaan sekä ympäristöriskeiltään ja -vaikutuksiltaan erilaisia. Tästä syystä kohteiden antamien vastausten keskinäinen vertailu ei ole mielekäs. Yhdessä kohteessa riittävä varautuminen voi olla toisessa riittämätöntä ja toisessa ylimitoitettua. Arviointiin käytettävissä olleena aikana ei syvälliseen ja yksityiskoh- taiseen kohteisiin tutustumiseen ollut ajallisia mahdollisuuksia, joten arviointi on tehty kohteiden toimittamien kirjallisten vastausten perusteella. Kaivosten tekemiä itsearviointeja ei myöskään voi verrata suoraan keskenään, koska jotkut vastaajat ovat olleet oman toimintansa suhteen itsekriittisempiä kuin toiset.

Stressitestikyselyn vastauksia arvioitaessa tuli selvästi esiin, että kaikki kyselyyn vastanneet tahot eivät olleet ymmärtäneet kysymyksiä samalla tavalla. Osittain tämä johtui kysymysten asettelusta. Esimerkiksi riskin 3 (haitta-aineiden kulkeutumi- nen kaivosalueelta ympäristöön) osalta kysyttiin, mitä haitallisia aineita voi päästä ympäristöön ja kuinka poikkeavat päästöt voidaan havaita, mutta ei varsinaisesti kysytty päästöjen vaikutuksista tai toimenpiteistä poikkeavassa päästötilanteessa. Tästä syystä kaivosten päästö- ja vaikutusarvioinnin sekä riskeihin varautumisen taso jäi stressitestissä osin epäselväksi. Joissain vastauksissa ongelmatilanteiden hal- lintakeinoja tosin kuvattiin ja ympäristövaikutuksia sivuttiin kysymyksenasettelun puutteista huolimatta.

## 6 Johtopäätökset ja suositukset

Kyselyn perusteella em. poikkeustilanteisiin on kokonaisuudessaan paneuduttu ja varauduttu kaivoksilla suhteellisen hyvin. Erityisesti patorakenteiden valvonta, pato- ja pohjavaurioiden hätäkorjaukseen varautuminen, haitallisten päästöjen tunnistaminen, sähkökatkoksiin ja ilkkivaltaan varautuminen sekä poikkeustilanteista tiedottaminen tuntuivat olevan lähes kaikilla hyvin hallinnassa. Sen sijaan vesien hallinnassa, pohjarakenteiden valvonnassa, poikkeuksellisten päästöjen havaitsemisessa ja hallinnassa sekä kaivannaisjätteiden kemiallisen muuttumisen tunnistamisessa, ymmärtämisessä ja tarkkailussa oli puutteita.

Vastausten tasossa oli laajaa vaihtelua eri toimijoiden välillä. Joissain osioissa vastaukset olivat puutteellisia johtuen kysymyksenasettelun vaikeaselkoisuudesta.

### 6.1

#### Stressitestivastausten perusteella tehdyt suositukset

Kaivosten stressitestauksen perusteella arviointiryhmä suosittelee seuraavia toimenpiteitä eri osa-alueille. Toimenpiteissä on huomioitu myös kaivosten omat kehittämisehdotukset. Suositukset on tarkoitettu hyödynnettäväksi niin yleisessä kaivosten ympäristöturvallisuuteen liittyvässä kehittämistyössä kuin soveltuvien osien kaivoskohtaisessa kehittämisessä.

#### 6.1.1

##### Vesien hallinta

Vesimäärien seurannassa on suositeltavaa käyttää jatkuvatoimisia virtaamamittareita, jolloin virtaaman muutoksiin voidaan reagoida silmämääräistä havainnointia nopeammin. Jatkuvatoimisten mittauksen käyttö ei kuitenkaan poista altainen tarkkailun tarvetta, sillä automatiikan toiminta ja altainen vesimäärät on varmistettava käynneillä altailla. Vesimäärien hallinnassa on tärkeää ennakoita mm. sää- ja vesistöennusteiden sekä säähavaintojen perusteella. Ennakoinnin tulisi perustua eri säätilanteissa tehtyihin havaintoihin sääolojen ja virtausmäärien välisistä riippuvuuksista todellisessa tilanteessa, eikä vain teoreettisiin tarkasteluihin.

Vara-allaskapasiteettia tulee olla riittävästi, ettei tulva- yms. tilanteissa jää ylimääräisen veden ainoaksi hallintakeinoksi vesien juoksuttaminen vesistöön. Ennen kuin vesiä johdetaan ylimääräisillä juoksutuksilla vesistöön, pitää selvittää mahdollisuus veden johtamiseen joko avo- tai maanalaisiin louhoksiin, joita voidaan käyttää poikkeuksellisessa tilanteessa veden varastointiin. Mikäli juoksutus on ainoa vartenotettava vaihtoehto, tulee varmistua veden laadun määrittämisellä siitä, ettei ylimääräisistä

juoksutettavista vesistä voi aiheutua tarpeetonta kuormitusta alapuoliseen vesistöön, ja varautua tarvittaessa käsittelemään vedet.

Kaivokselta ulos johdettavien vesien käsittely perustuu lähinnä pH:n säätöön ja laskeutukseen. Vaatimus prosessinomaisesta vedenpuhdistuksesta olisi paikallaan etenkin uusia kaivoksia luvitettaessa. Vedenpuhdistuslaitoksen prosessia on mahdollista säätää olosuhteiden mukaiseksi. Puhtaan veden päästäminen kaivosalueen ulkopuolelle ei ole yleensä ongelma, vaan epäpuhtaudet, joita kaivosalueen vedet voivat sisältää. Kaivokselta ulos johdettavien vesien käsittelyyn räätälöidyn prosessin avulla voidaan vedenpuhdistustehoa säätää tarpeen eli lähinnä vesimäärien mukaan niin, ettei kaivosalueella tarvitse varastoida vettä eikä haitta-aineita kuitenkaan pääse ympäristöön.

Päästörajojen tulisi perustua sekä haitta-aineiden pitoisuuksiin (ml. suolaionit) että kokonaismääriin, jolloin suurempia vesimääriä olisi mahdollista päästää kaivosalueelta pois, mikäli pitoisuudet alittavat annetut pitoisuusraja-arvot ja vesi on puhdistettu riittävän hyvin, eikä siitä ei aiheudu ympäristölle haittaa.

#### 6.1.2

### Kaivannaisjätteiden ja vesialtaiden pato- ja pohjarakenteet

Patojen korjausmateriaalien nopea käyttöönotto ja saatavuus tulee varmistaa korjauksen nopeuttamiseksi, esimerkiksi varastoimalla tarvittavia korjausmateriaaleja patojen lähelle. Lisäksi jokaisella toimijalla tulisi olla käytössään toimivat varajärjestelmät (lisäpadot, vara-altaat) pato- ja pohjavuotojen varalle.

Tarkkailuun on suositeltavaa sisällyttää pato- ja pohjarakenteiden toimivuuden valvomiseksi suotoveden määrän seurannan ohella kemiallisen laadun (joko salaojista tai avo-ojista) seurantaa ja lisätä pohjaveden laadun tarkkailua jätealtaan tai haitallisia aineita sisältävien vesialtaiden ympäristöstä, vaikkei niitä olisi voimassa olevassa tarkkailuohjelmassa edellytetty. Viimeaikaisten lupamääräysten mukaisissa tarkkailuohjelmissa nämä asiat on usein jo huomioitu. Uusien jätealtaiden pohjarakenteiden valvontaan tulee lisäksi kehittää ja ottaa käyttöön päivittäisten tarkkailukierrosten lisäksi ennakoivia seurantajärjestelmiä (esim. sähköisiä vuodontarkkailujärjestelmiä, kaksoisyhdistelmärakenteen tarkkailukerrokset), joilla mahdolliset kalvojen rikkoontumiset ja vuodot voidaan havaita varhain. Tarkkailussa tulisi tehokkaammin hyödyntää jatkuvatoimisia mittareita, jotka ilmaisevat trendin muutoksia luotettavammin kuin visuaaliset havainnot.

Kaivospatoihin ja kaivannaisjätealueisiin liittyvää koulutusta tulisi lisätä sekä valtakunnallisesti että toimijakohtaisesti (ymmärrys patovaurioiden estämisestä ja myös padottavista materiaaleista ja niihin liittyvistä riskeistä ja materiaalien padoille ja pohjarakenteille asettamista vaatimuksista). Kaivospadot ovat yleensä kiinteä osa kaivannaisjätealueita.

Pohjaveden laadulle riskejä aiheuttavien kaivannaisjätealtaiden pohjissa tulisi olla tiivis pohjarakenne esim. yhdistelmä rakenne, jossa on mineraalinen tiivistyskerros, joko luonnollinen tai rakennettu, ja keinoitekoinen eriste eli tiivistyskalvo. Veden alle varastoitavat happea muodostavat jätekasat aiheuttavat suuren vedenpaineen, jolloin ns. kaksoisyhdistelmä rakenne olisi suositeltava. Kaksoisyhdistelmä rakenteessa kahden yhdistelmä rakenteen välissä on vettä johtava kerros, joka vähentää alempaan tiivistysrakenteeseen kohdistuvaa vedenpainetta ja toimii samalla tarkkailukerrosena. Geosyntetisirakenteet voidaan varustaa myös sähköisellä vuodontarkkailujärjestelmällä, jonka avulla kalvojen eheys on mahdollista todentaa heti rakentamisen jälkeen, mutta myös käytön aikana. Suunnittelijoiden, toteuttajien ja valvojen asiantuntemukseen on syytä kiinnittää huomiota, samoin käytettävien materiaalien yhteensopivuuteen ja pitkäaikaiskestävyyteen, ottaen huomioon tulevat kemialliset ja fysikaaliset kuormitukset, ml. vedenpainekorkeus, sekä käyttöikä. Kalvon asennus-

alustan on oltava sileä ja kantava ja kalvo on suojattava pistemäisiltä kuormituksilta. Pohjarakenteen rakentamisen laatu varmistetaan kattavalla laadunvalvonnalla.

### 6.1.3

#### Ympäristöpäästöjen ja -vaikutusten arviointi

Sertifioituihin tai yhtiön omiin ympäristönhallintajärjestelmiin sisältyvien laadullisten riskinarviointien käyttö on suositeltavaa erilaisten riskikohteiden tunnistamiseksi ja riskien ennakoinniseksi. Näiden perusteella arviointia voidaan edelleen kohdistaa todennäköisimpiin riskeihin ja vaikutuksiltaan merkittävimpiin kohteisiin.

Ympäristöpäästöjen ja -vaikutusten osalta tärkeää on tapauskohtainen arvio siitä, mitä, miten ja kuinka paljon haitallisten aineiden päästöjä toiminnasta ympäristöön pääsee tai saattaa päästä ja millaisia ympäristövaikutuksia näistä voi aiheutua. Arvion tulisi kattaa sekä normaalin toiminnan aikaiset päästöt että mahdollisissa ongelmatilanteissa syntyvät ja syntyneet poikkeukselliset päästöt. Tavoitteena tulee olla mahdollisimman havainnollinen arvio, jossa päästöt määritetään ja niiden seurauksena aiheutuvat vaikutukset arvioidaan haitallisiksi/haitattomiksi tiedettyjen tasojen perusteella.

Päästöjen mallinnus ja siihen perustuva kvantitatiivinen vaikutusarviointi on suositeltavaa ainakin sellaisille kaivoksille, joissa päästöt voivat olla ympäristön kannalta merkittäviä. Tämä koskee myös mahdollisia poikkeuksellisia päästöjä. Arvioinnissa yhtenä tärkeänä osana tulee olla toiminnassa syntyvien jätteiden mahdollinen kemiallinen muuttuminen ja siitä pitkän ajan kuluessa, myös toiminnan jo loputtua, mahdollisesti aiheutuvat ympäristövaikutukset. Jätteiden tutkimisessa tulee siten huomioida kemiallista muuttumista osoittavat ominaisuudet. Jätteiden kemiallisen muuttumisen ymmärtämiseksi ja sitä koskevan tarkkailun tehostamiseksi tarvitaan lisää tutkimusta ja koulutusta.

Radioaktiivisten aineiden pitoisuudet on hyvä selvittää malmien ja sivukivien lisäksi myös rikasteista, rikastushiekkoista ja vesijakeista, vaikka lähtöpitoisuudet malmissa ja sivukivissä olisivatkin normaalit. Jatkossa myös mahdollisiin rikastuskemikaali- ja ravinnepäästöihin sekä ilmaan kohdistuvien päästöjen tunnistamiseen tulee kiinnittää enemmän huomiota.

Tarkkailuohjelmien (ml. patotarkkailu, kaivannaisjätealueen vesien hallinnan ja jätteen kemiallisen muutoksen tarkkailu, ympäristön tarkkailu) sisällön kehittämisessä olisi hyvä tarkastella kriittisesti seurannan tuloksia pidemmältä toiminta-ajalta. Tässä keskeistä on katsoa, palvelevatko tarkkailuohjelman mittaukset mahdollisten häiriöiden tunnistamista (esim. veden puhdistushäiriöt, jätealueiden tihkuvuodot, ylitevesien hallinta, äkillisten säävaihteluiden aiheuttamat kuormituspiikit). Tarvittaessa tulee parantaa tarkkailua, jos puutteita tunnistetaan (esim. jos havaitaan kemiallista muutosta kaivannaisjätteen ja/tai suotoveden laadussa). Dokumentoinnin järjestelmiä tulee kehittää tältä osin ja olisi esimerkiksi tärkeää luoda tietokanta, jossa eri toimintojen tarkkailutulokset olisivat käyttäjäystävällisesti tarkasteltavina (koulutustarve).

Kaivoksilla, joilla muodostuu ympäristölle haitallisia vesiä, on suositeltavaa olla oma laboratorio, jotta mahdolliset muutokset vesien laadussa voidaan nopeasti tunnistaa ja niihin puuttua. Myös seurannan suunnittelu ja toteutus on tällöin helpompaa.

### Vahinkoihin varautuminen, tiedottaminen ja ilkivaltaan varautuminen

Ongelmatilanteiden vakavuuden, vaikutusten ja tarvittavien toimenpiteiden arviointiin sekä niistä tiedottamiseen tulee olla kaikilla toimijoilla selkeät menettelytapaohjeet tai toimintakäsikirjat, joista selviää yksilöidysti vastuu- ja toimenpideketjut vahinkotilanteen sattuessa sekä vastuu- ja yhteyshenkilöt ajantasaisine yhteystietoineen. Lisäksi henkilökuntaa tulee kouluttaa toimimaan poikkeus- ja vahinkotilanteissa.

Pelastusharjoituksia mm. pato-onnettomuuksien ja muiden mahdollisten ympäristövahinkojen varalle tulisi järjestää säännöllisin väliajoin, vähintään kerran vuodessa. Hyvätkään toimintaohjeet eivät auta, jos niitä joutuu tositilanteessa tulkitsemaan ensimmäisen kerran. Viestintään tulee lisätä koulutusta ja kokemusta.

Ilkivaltaan varautumisessa alueen jatkuva valvonta 7 päivänä viikossa tulisi olla vähimmäiskäytäntö pienilläkin kaivosalueilla.

### Sähkökatkoksiin varautuminen

On suositeltavaa arvioida esim. riskinarvioinnin pohjalta ne toiminnot, jotka on turvattava myös sähkökatkojen aikana (mm. rikastusprosessissa, jätevedenkäsittelyyn ja allas- ja patoturvallisuuteen liittyen) ja laatia toimenpidesuunnitelmat sähkökatkojen varalle. Suunnitelman pohjalta tulee toteuttaa tarvittavat hankinnat varautumisen parantamiseksi ja ylläpitämiseksi. Vesienkäsittelyyn pitää varautua myös mahdollisen sähkökatkon aikana ja sen jälkeen tapahtuvassa vesien ylijuuksutustilanteessa.

## Huomioita ja suosituksia stressitestivastausten ulkopuolelta

Seuraavassa esitetyt huomiot ja suositukset eivät suoranaisesti ole stressitestikysymyksiin annettujen vastausten pohjalta tehtyjä, vaan perustuvat stressitestin yhteydessä kohteiden antamiin muihin tietoihin, esimerkiksi patojen rakennetietoihin ja toimintamalleihin poikkeavissa tilanteissa, ja niiden arviointiin. Suositusten avulla voidaan kehittää ohjeistusta ja hyviä käytäntöjä. Suositusten käytännön soveltamisen mielekkyys on arvioitava tapauskohtaisesti kaivoksen ja sen ympäristöolosuhteiden perusteella.

Kaivospatojen hydrologinen mitoitus tuli tehtäväksi uudistetun patoturvallisuuslainsäädännön myötä. Kaivospatojen korottamisen vaikutuksesta varastotilavuus muuttuu jatkuvasti. Kaivospatojen hydrologinen mitoitus tulee tarkistaa nykytilanteessa sekä myös aika ajoin korottamisen edistyessä, jotta suurten valuntojen ja sateiden tilanteet voidaan hallita.

Valtioneuvoston asetuksessa patoturvallisuudesta patojen hydrologinen mitoitus perustuu tulva-aikaisen valunnan määrittämiseen. Kaivospatojen valuma-alueet ovat vesistöjen valuma-alueisiin verrattuna pieniä, joten suositellaan, että kaivospatojen hydrologinen mitoitus tarkistetaan myös rankkasateen (flash flood) toistuvuudelle. Rankkasateen aiheuttaman tulvan mitoitus tulee määrittää ainakin patoturvallisuusohjeisiin.

Alustavan arvion mukaan kaivospatojen mahdolliset patoturvallisuuden uhkatilanteet liittyvät suodatinrakenteen ja perustuksen rakenteellisiin ongelmiin. Suodatinkangasta käytetään usein kaivospatojen suodatin- ja kuivatusrakenteissa. Suodatinkangasta ei yleensä käytetä vesistöpadoissa, koska vaarana on suodatinkankaan

tukkeutuminen ja huokosvedenpaineen nousu eikä suodatinkankaan pitkäaikaisesta kestävydestä ole varmuutta, etenkin jos suunnitelmissa ole määritelty suodatinkankaalle vaatimuksia pitkäaikaisesta toiminnasta. Kaivospadoilla tapahtuneissa häiriötilanteissa on patorakenteissa ollut suodatinkangas, joten suodatinkankaan käyttöä uusissa ja nykyisissä rakenteissa tulee tarkastella kriittisesti tai ainakin asettaa suodatinkankaalle ko. käyttökohteeseen soveltuvia vaatimuksia.

Vastausten perusteella ei voitu arvioida dekantointilaitteiden mahdollista sisäisen eroosion riskiä. Kaivospatojen dekantointilaitteiden sisäisen eroosion riski tulee selvittää ja tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet.

Jättemateriaalien tekninen soveltuvuus patorakenteisiin tulee osoittaa. Usein rikastushiekalla tehdyissä patokorotuksissa tapahtuu eroosioaurioita, koska ne ovat liian läpäiseviä tai virtaus ei ole hallittua. Jättemateriaalien kemiallinen muuttuminen voi aiheuttaa kemiallisen kuormituksen lisäksi myös materiaalin mekaanisten tai hydraulisten ominaisuuksien muuttumista.

Päästö- ja vaikutusarvioinnin tulee olla sitä perusteellisempi mitä suurempia kaivoksen mahdolliset ympäristövaikutukset voivat olla ja mitä tarkempaan käsitykseen niistä halutaan päästä. Sen tulee sisältää selkeät tavoitteet sekä perusteet tehdyille rajauksille, kuten tunnistettujen haitta-aineiden poisrajaamiselle. Kaikille toimijoille on hyödyllistä laatia ohjeistus omatoimisen riskianalyysin sisällöstä ja korostaa omaloitteisuuden merkitystä mahdollisten ennakoimattomien olosuhteiden vaikutusten torjunnassa. Laaja-alainen ja ennakoiva tapauskohtainen ympäristövaikutusten arviointi palvelee sekä toiminnanharjoittajan että toimintaa valvovan viranomaisen työtä kaivoksen koko elinkaaren aikana ja tuottaa tarvittavaa tietoa myös muilla sidosryhmille, kuten kaivosalueen lähiympäristön asukkaille.

Päästöjen tarkkailussa tulee kiinnittää huomiota vesien normaalien kulkeutumisreittien ja purkupaikkojen-/vesistöjen lisäksi poikkeustilanteisiin, joissa vesien kulkeutuminen ja purkautuminen voivat poiketa normaalitilanteesta. Tähän arviointiin sisältyvät myös kallioperän mahdolliset ruhjeet ja muut pohjaveden kulkeutumisreitit.

Vesistöpäästöjen ja niiden vaikutusten kvantitatiivinen arviointi edellyttää vähintään tietoa normaalitoiminnan vuotuisesta kokonaispäästöstä (eli ympäristöön pääsevien ja johdettavien vesien määrästä ja niiden keskimääräisestä haitta-ainekoostumuksesta) ja tunnistetuista kuormituspiikeistä sekä vastaanottavan vesistön virtaamasta/vedenvaihtuvuudesta kokonaispäästöön ja kuormituspiikkeihin suhteutettuna (laimenemissuhde). Nämä tiedot ovat edellytys haitallisten aineiden pitoisuusmuutosten arvioinnille. Kun normaalin toiminnan päästö- ja vaikutusarvio on luotettavasti ja kvantitatiivisesti arvioitu (perustuen havaintomittauksiin), myös mahdollisten poikkeuksellisten päästöjen aiheuttamaa lisäkuormitusta ja sen seurauksia voidaan perustellusti arvioida. Vastausten perusteella tällaista arviointia on tehty ainakin muutamilla kaivoksilla. Pitoisuusmuutoksiin perustuvaa vaikutusarviointia tulee tarvittaessa täydentää ja tarkentaa kohteen seurantatietojen perusteella sekä tarvittaessa muilla kohdetutkimuksilla (esim. bioindikaattorit tai myrkyllisyystestit).

Vesistöpäästöjen ja -vaikutusten arvioinnin tulisi kattaa kaikki vesistöjen fysikaalista ja kemiallista laatua mahdollisesti merkittävästi heikentävät aineet ja niiden todennäköiset vaikutuskohteet ja -tyypit. Liukoisten metalliyhdisteiden lisäksi arvioissa tulisi tarvittaessa tarkastella ravinteiden, sulfaatin (suolaionien) ja kiintoaineen sekä kiintoaineeseen sitoutuneiden metallien aiheuttamia vaikutuksia vesistöissä ja niiden pohjasedimenteissä. Vastaavasti kuin veden laatumuutoksia arvioitaessa, myös sedimenttien osalta voi olla tärkeä arvioida pitoisuusmuutoksia pitkän ajan kuluessa (luparajojen mukaiset normaalipäästöt ja poikkeuspäästöt huomioiden), jotta mahdollisia vaikutuksia vesiekosysteemeissä voidaan ennakoita. Vesistövaikutusten osalta on tarvittaessa arvioitava myös vesistön mahdollista kerrostumista ”raskaan”



päästöveden (esim. korkea sulfaattipitoisuus) seurauksena ja tästä aiheutuvia pitkän aikavälin ympäristövaikutuksia (esim. hapettomuus ja siitä aiheutuva haitta-aineiden liukeneminen sedimenteistä pelkistävään alusveteen).

Luotettava, kvantitatiivinen, päästö- ja vaikutusarvio on edellytys tarkoituksenmukaisten, kohdekohtaisten, päästö-, lupa- ja toimenpideraja-arvojen määrittämiseksi sekä arvioitaessa mahdollisesti tarvittavia muita riskinhallintatoimia, kuten kaivosalueelta ympäristöön johdettavien vesien puhdistamisen tarvetta. Myös toiminnan tarkkailun sisältöä on tärkeä päivittää esim. kohdentamalla näytteenottoa ja määritettäviä parametreja päästö- ja vaikutusarvioinnin tarpeita ajatellen.

Vesipäästöjen arvioinnin tueksi tulisi järjestää koulutusta ympäristölaatunormien ymmärtämiseksi ja niiden huomioonottamiseksi vertailuissa.

Tiedotussuunnitelmassa pitäisi olla valmiiksi mietittynä: kenelle tiedotetaan, missä tilanteessa tiedotetaan, kuinka nopeasti tiedotetaan, kuka tiedottaa ja kuka päättää tiedottamisesta. Tiedottamistarpeet pitää suhteuttaa kaivoksen toimintaan, kaivoksen tyyppi/toiminnan luonne, koko ja sijainti vaikuttavat. Jos kaivokselta ei todennäköisesti tule ympäristöä pilaavia päästöjä, tiedotustarve on todennäköisesti vähäisempi ja varautuminen tiedottamiseen voi siten olla myös vähäisempi. Kuitenkin perusvalmius/suunnitelma on oltava olemassa. Tiedottamisen intensiteetti riippuu sen lisäksi asian vakavuudesta/tärkeydestä.

## 7 Yhteenvedo

Stressitestikyselyllä testattiin kaivosten varautumista runsaiden sateiden, pitkäkestoisten sähkökatkosten ja muutamien muiden erityisolosuhteiden aiheuttamiin poikkeustilanteisiin. Kyselyllä selvitettiin kaivosten valmiutta ja toimintasuunnitelmia näiden poikkeustilanteiden varalle esim. vesien hallinnalle ja hallintatarpeen ennakoinnille, vesi- ja jätealtaiden patojen kunnon seurannalle ja korjaamiselle, haitta-aineiden leviämisen havaitsemiselle, tilanteen vakavuuden arvioimiselle sekä tilanteesta tiedottamiselle. Kaivosten osallistumisprosentti oli erinomainen: kysely lähetettiin 21 kohteelle, joista 20 vastasi. Vastaukset olivat pääosin hyvin laadittuja, eli itsearviointi oli tehty ja vastauksia perusteltu kattavasti. Vastaukset sisälsivät myös kuvauksia olemassa olevista hyvistä käytännöistä ja kehittämis-ehdotuksia.

Stressitestin perusteella stressinsietokyvyn kannalta haasteellisimmaksi osoittautui vesien hallinta. Joillakin kaivoksilla vara-allaskapasiteettia ei rankkasateiden varalta ollut lainkaan, jolloin poikkeuksellisen runsaiden sateiden yms. yhteydessä ainoaksi keinoksi jää ylimääräiset juoksutukset kaivosalueen ulkopuolelle. Parannustoimenpiteinä voisi toimia vara-allaskapasiteetin lisääminen ja varautuminen myös niissä väliaikaisesti pidettävien vesien puhdistamiseen riittävän tehokkaalla puhdistuskapasiteetilla.

Varsinaisten stressitestikysymysten ulkopuolelta havaittiin kaivoksilla olevissa padoissa tiettyjä riskirakenteita; mm. dekantointiputkien läpivienneissä käytettiin ratkaisuja, jotka saattavat heikentää patoturvallisuutta ääritilanteiden aikana. Myös suodatinkankaan käyttö saattaa pitkällä tähtäimellä aiheuttaa ongelmia. Patojen korotuksessa käytetään usein rikastushiekkaa, jonka teknistä soveltuvuutta tähän käyttöön ei ole varmistettu kaikissa kohteissa riittävän tarkasti.

Tässä raportissa esitettyjen yleisten ja kaivoskohtaisten huomioiden sekä kaivosten omissa vastauksissa esiintuotujen parantamisehdotusten tarkastelua suositellaan hyödynnettäväksi kaivosten omien kehittämissuunnitelmien sekä viranomaisyhteistyössä käytävien keskustelujen pohjana.

Nyt käytetyn, kertaluonteisen stressitestimenettelyn sijasta kaivosten ja viranomaisten väliseen vuoropuheluun olisi mahdollista kehittää stressitestikäytäntö työkaluineen, jossa määrääjoin tai esimerkiksi jonkun tapahtuman laukaisemana laaditaan kaivoksille aihepiiriltään tätä stressitestiä suppeampi, mutta syvällisemmin tiettyyn teemaan keskittyvä kysely. Tällä tavoin stressitestiä voidaan käyttää tiettyjen esille nostettujen teemojen tilan selvittämiseen ja käytäntöjen kehittämiseen. Samaa menettelyä olisi mahdollista tarvittaessa soveltaa myös muilla teollisuudenaloilla. Stressitestimenettely voisi toimia kaivosteollisuuden omassa käytössä nykyisiä riskienhallinnan menettelyjä täydentävänä työkaluna.

## LÄHDEVIITTEET

[1] European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG). Declaration of ENSREG: Annex 1. EU "Stress tests" specifications. 16 p. Available at: [http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications\\_1.pdf](http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications_1.pdf)

## Liite I: Testattavat kaivokset ja niiden valintakriteerit

Kaivos/Louhos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	RIKASTAMO (menetelmä)	Maanalainen kaivos
<b>Metallimalmit</b>					
Suurikuusikko	Kittilä	Au	Agnico-Eagle Finland Oy	Kyllä (vaahdotus)	Kyllä
Hitura	Nivala	Cu, Ni	Belvedere Mining Oy	Kyllä (vaahdotus)	Kyllä
Jokisivu	Huittinen	Au	Dragon Mining Oy	Ei	Kyllä
Orivesi	Orivesi	Mu, Kv, Au	Dragon Mining Oy	Ei	Kyllä
Sastamala (Vammalan rikastamo)	Sastamala		Dragon Mining Oy	Kyllä	Ei
Pampalo	Ilomantsi	Au	Endomines Oy	Kyllä (vaahdotus)	Kyllä
Kevitsa	Sodankylä	Pt, Cu, Ni, PGM	FQM Kevitsa Mining Oy	Kyllä (vaahdotus)	Ei
Kylylahti	Polvijärvi	Zn, Cu, Ni, Co	Kylylahti Copper Oy	Ei	Kyllä
Luikonlahti (Kylylahden malmin rikastamo ja rikastushiekka-altaat)	Kaavi	Zn, Cu, Ni, Co	Kylylahti Copper Oy	Kyllä (vaahdotus)	
Pahtavaara	Sodankylä	Au	Lapland Goldminers Oy	Kyllä (vaahdotus)	
Laiva	Raahe	Au	Nordic Mines Marknad AB	Kyllä (vaahdotus) ja kylmä syanidiliuotus	
Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Chrome Oy	Kyllä (gravimetrisen)	Kyllä
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	S, Zn, Cu, Fe	Pyhäsalmi Mine Oy	Kyllä (vaahdotus)	Kyllä
Talvivaara	Sotkamo, Kajaani	Zn, Cu, Ni	Talvivaara Sotkamo Oy	Ei	Ei
<b>Karbonaattikivet</b>					
Ihalainen	Lappeenranta	Do, Kals, Wo	Nordkalk Oy Ab	Kyllä	Ei
Tytyri	Lohja	Kals	Nordkalk Oy Ab	Ei	Kyllä
<b>Muut teollisuusmineraalit</b>					
Siilinjärvi	Siilinjärvi	Ap	Yara Suomi Oy	Kyllä	Ei
Vuonos (Horsmanahon ja Pehmytkiven talkkimalmien rikastus ja talkkitehdas)	Outokumpu	Tlk, Ni	Mondo Minerals B.V.	Kyllä	Ei
Punasuo	Sotkamo	Tlk, Ni	Mondo Minerals B.V.	Kyllä	Ei
Sälpä	Kemiönsaari	Ms	Sibelco Nordic Oy Ab	Kyllä	Ei
Kinahmi	Siilinjärvi, Nilsia	Kv	Sibelco Nordic Oy Ab	Kyllä	Ei

Patojen luokittelu (altaiden määrä)	Laajamittainen kemikaalien käsittely	Pohjavesialue etäisyys (m), leikkaava aineisto puskureilla 0, 500, 1000 ja 3000	Merkittävän pintaveden ottamon läheisyys	Väestön määrä 2000 m etäisyydellä kaivosalueesta	NATURA -alueen läheisyys (m) leikkaava aineisto puskureilla 0, 500, 1000, 3000
1-luokan jätepadot (2), 2-luokan jätepadot (1)	Kyllä, turvallisuusselvitys			15	3000
2-luokan jätepadot (2), 3-luokan jätepadot (1)	Kyllä, lupa haettava	0		506	3000
				134	
				18	500
2-luokan jätepadot (1), 3-luokan jätepadot (1)					
2-luokan jätepadot (2)		3000		7	3000
1-luokan jätepadot (2), 2-luokan jätepadot (1), 3-luokan jätepadot (1)	Kyllä, toimintaperiaate- laitos			0	500
		1000		1132	
				113/307	3000
2-luokan jätepadot (3)	Kyllä, lupalaitos				
		0		7	
2-luokan jätepadot (2)		3000		276	
1-luokan jätepadot (1), 2-luokan jätepadot (1)	Kyllä, turvallisuusselvitys				
		0		1465	0
2-luokan jätepadot (6)	Kyllä, lupalaitos			2251	3000
2-luokan jätepadot (3)	Kyllä, lupalaitos			36	3000
2-luokan jätepadot (10), 3-luokan jätepadot (4), luokiteltavat jätepadot (5), 2-luokan vesistöpato (1, Kolmisopen säännöstelypato)	Kyllä, turvallisuusselvitys				
2-luokan jätepadot (1)		0	alle 3000 m	13098	3000
		0		16783	1000
1-luokan jätepadot (3), 3-luokan jätepadot (2)		3000		5369	
				4440*	0
2-luokan jätepadot (4)					
2-luokan jätepadot (3)				67	
2-luokan jätepadot (2)		3000		122	3000
2-luokan jätepadot (2)				275	1000
* = asukasmäärä perustuu etäisyyteen vanhan kuparikaivoksen kaivospiirin rajalta					

## Kaivosten stressitestausta 2013

### Perustiedot

Kaivoksen

- nimi
- haltija
- sijaintikunta

Vastaaja(t) tehtävänimikkeineen

Lisätietojen antaja(t) yhteystietoineen

### Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) soveltaminen

Onko laitoksella sellaisia määriä vaarallisia kemikaaleja, että:

	Kyllä	Ei
laitoksen on pitänyt tehdä turvallisuusselvitys?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
laitoksen on pitänyt tehdä toimintaperiaateasiakirja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
laitoksen on pitänyt hakea toiminnalle kemikaaliturvallisuuslain mukainen lupa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Kaivannaisjäteasetuksen (379/2008) liitteen 2 mukaisen luokittelun soveltaminen

	Kpl	Luokittelua ei ole vielä tehty
Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi luokitellut kaivannaisjätteiden jätealueet		<input type="checkbox"/>

Patoturvallisuuslain (494/2009) mukaisen (PTL I I §) vahingonvaaran perusteella tehty patoluokitus

	Kpl	Vahingonvaaraselvitys laadittu (PTL 12 §)	Tarkkailuohjelma laadittu (PTL 13 §)
Luokitellut jäte- ja/tai vesistöpadot 1-luokka			<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Luokitellut jäte- ja/tai vesistöpadot 2- tai 3-luokka			<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei

**A. Kaivoksen toimintakuvaus vaiheittain** (louhinta, sivukiven käsittely, murskaus, rikastus, rikastusjätteen ja prosessiveden käsittely, rikasteen varastointitapa, pää- ja sivutuotteet, jätetyypit); prosessikaavio, jos on olemassa (vastauksen laajuus enintään yksi A4)

**B. Henkilöstön lukumäärä kaivosalueella**

- Omat työntekijät
- Alihankkijoiden palveluksessa kaivoksella työskentelevät
- Ympäristö- ja turvallisuusasioista vastaavat henkilöt (ml. varamiesmenettelyt)
- Patoturvallisuudesta vastaavat henkilöt (ml. varamiesmenettelyt)

**C. Kaivoksen vesitase**

- Kaavio vesitaseesta; alueen mitoitusvesimäärät; sade- ja sulamisvesien, luonnon valumavesien, rakennetun alueen valumavesien, kaivoksen kuivatusvesien, rikastamon ja/tai metallien talteenottolaitoksen prosessivesien ja patoaltaiden suotovesien johtaminen sekä käsittely
- Mitkä ovat kaivospiirin vesitaseen hallintakeinot (vastauksen laajuus enintään yksi A4)?
- Altain maksimikapasiteetit (vapaan veden määrä), varakapasiteetti normaalitilanteessa ja arvio sen riittävydestä ongelmatilanteessa, altain suunniteltu käyttöaika

**D. Patoaltain rakenne**

- Kuvaus kaivosalueella olevista pato- ja allasrakenteista (ml. pohjarakenteet)

**E. Toimintajärjestelmän kuvaus**

- Mitkä järjestelmät ovat kaivoksella käytössä? (ympäristö-, turvallisuus-, laatu-järjestelmät jne.)
- Onnettomuus- ja vaaratilanteiden raportointi- ja tutkintamenettelyjen kuvaus

**F. Tunnistetut ympäristövahingon vaaraa aiheuttavat tilanteet**

- Kuvaus tilanteista, jotka aiheuttavat kaivoksen oman arvion mukaan pahimman riskin ympäristölle

*Ohje: Jokaisen esitetyn riskitilanteen kohdalla kaivos vastaa kattavasti ko. kohdassa oleviin kysymyksiin sekä arvioi itse tämänhetkisen varautumisensa esitettyyn riskitilanteeseen viisiportaisella asteikolla.*

*Tähän lomakkeeseen ei voi liittää kuvia tai muita liitteitä, joten ne tulee lähettää erillisinä tiedostoina.*

---

**Riski 1: Poikkeuksellisen suuri sadanta tai valunta vaikeuttaa vesien käsittelyä, varastointia ja poisjohtamista ja aiheuttaa merkittävää kaivoksen ympäristökuormituksen kasvua.**

1. Miten kaivos seuraa eri vuodenaikoina hydrologisia olosuhteita (sadanta, sulanta, valunta)
2. Miten kaivos varautuu ja millaisia varotoimia on suunniteltu (käsittely, varastointi ja poisjohtaminen) hydrologisiin ääritilanteisiin (poikkeuksellinen vuosi- tai kuukausitason sadanta ja kevättulva sekä vuorokausitason rankkasadetapahtuma)? Tässä tarkastellaan erikseen poikkeuksellisten vesiolojen hallintaa kokonaisuutena, altain lisäkapasiteetti- ja varoallatarvetta sekä patojen hydrologista mitoitusta.

Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

**Riski 2: Patoaltaiden rakenteet (pato, synteettinen pohjatiiviste tai muu pohjarakenne, reunaluiska, patojen korotus) tai niihin liittyvät laitteistot (esim. dekantterikaivot, salaojat, pumppaamot, putkistot, keräysojat, juurisalaojat) eivät kestä poikkeuksellisen suuren vesimäärän aiheuttamaa rasitusta.**

3. Miten kaivoksella tarkkaillaan pato- ja pohjarakenteiden sekä jätelietteen pumpaus- ja vedenhallintalaitteistojen kuntoa?
4. Miten pato- ja pohjavaurioiden hätäkorjaukseen on varauduttu (mm. korjausmateriaalien saatavuus)?
5. Miten estetään jätelietteen ja -vesien pääsy ympäristöön pato- tai pohjavaurion ilmetessä?
6. Miten estetään tai mitkä ovat varotoimet, ettei pistemäinen, eroosiota aiheuttava kuormitus (esim. patorakenteen päällä rikkoutuneesta putkesta valuva rikastushiekka/vesi) pääse aiheuttamaan patorakenteeseen vauriota?



Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

**Riski 3: Haitta-aineita (mukaan lukien radioaktiiviset aineet) liukenee tai huuhtoutuu kaivokselta normaaliin verrattuna merkittävästi suurempia määriä ja ne kulkeutuvat kaivospiiriin ulkopuolisiin pinta- tai pohjavesiin tai syntyy muita merkittävästi ympäristöä pilaavia päästöjä (ml. ilmapäästöt).**

7. Mitä ympäristön kannalta merkittäviä vaarallisten tai haitallisten aineiden päästöjä (vesiin ja ilmaan, poikkeukselliset tilanteet mukaan lukien) kaivos on tunnistanut oman toimintansa voivan aiheuttaa<sup>3</sup>? Luettele myös tarkkailuohjelmiin kuulumattomat haitta-ainepäästöt.
8. Miten käytössä olevaa tarkkailuohjelmaa noudattaen havaitaan normaalista poikkeavat haitallisten aineiden määrät ja kulkeutuminen ympäristöön (mm. jätealueen tarkkailuasemien riittävyys potentiaalisten vuotokohtien määrään verrattuna)?
9. Muuttuuko rikastushiekka- ja /tai saostumajäteaineksen ja /tai sivukiven kemiallinen koostumus, miten se muuttuu ja mitä haitallisia vaikutuksia muutoksilla on ympäristöön pitkällä aikavälillä? Miten kemiallista muuntumista tarkkaillaan?

Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

<sup>3</sup> Taustatietoja päästöistä saadaan esimerkiksi ympäristönsuojelulain (86/2000) ja kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) mukaisista asiakirjoista, YVA-selonteosta sekä tarkkailuohjelmista ja -raporteista. Kysymyksessä tarkoitettuja päästöjä voivat olla esim. metallien päästöt vesiin, hiukkaspäästöt ilmaan, rehevöitymistä aiheuttavien aineiden kuten typen ja sulfaatin päästöt vesiin, happamuutta tai emäksisyyttä aiheuttavien aineiden päästöt vesiin, kiinteän mineraaliaineksen päästöt vesiin, hapen kulutusta aiheuttavien aineiden päästöt vesiin, radioaktiivisten aineiden päästöt sekä toksisten orgaanisten yhdisteiden päästöt vesiin.

**Riski 4: Myrskyistä tai muista syistä johtuvan pitkäkestoisen sähkökatkoksen vuoksi rikastusprosessit ja jätevesien käsittely eivät mm. pumppausongelmien vuoksi toimi ja haitta-aineita pääsee kaivosalueelta ympäristöön.**

10. Miten kaivos on varautunut myrskyihin ja niiden mahdollisesti aiheuttamiin pitkäkestoisiin sähkökatkoihin?
11. Kuvaile pitkäkestoisen sähkökatkon vaikutukset haitallisten aineiden pääsyle ympäristöön, erityisesti vesistöihin (esim. jätelietteen vuoto ympäristöön)?

Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

**Riski 5: Kaivoksen omat resurssit eivät riitä ongelmatilanteissa arvioimaan ympäristövaikutusten vakavuutta ja vaikutuksia (ekologiset ja ympäristöterveysriskit).**

12. Millaiset menettelyt ja resurssit kaivoksella on käytettävissä mahdollisten ongelmatilanteiden vakavuuden, vaikutusten ja tarvittavien toimenpiteiden arviointiin?

Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

**Riski 6: Kaivoksen viestintä työntekijöille, viranomaisille, medialle ja lähialueen asukkaille ei ympäristöongelman ilmetessä toimi (tietojen puutteellisuus, väärinkäsitykset jne.).**

13. Miten varmistetaan alueella olevien työntekijöiden tiedonsaanti ja varmistetaan että he toimivat tilanteen edellyttämällä tavalla?
14. Miten ja minkälaisissa tilanteissa kaivos hoitaa tiedottamisen lähiympäristön asukkaiden, viranomaisten ja median/yleisön suuntaan mahdollisen ympäristöongelman/ poikkeustilanteen ilmetessä?

Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

**Riski 7: Ilkivalta tai sabotaasi aiheuttaa vakavan ympäristövahingon.**

15. Miten kaivos on varautunut ympäristövahinkoja aiheuttavan ilkivallan ja sabotaasin riskiin?

Kaivoksen oma arvio tämänhetkisestä varautumisesta riskitilanteeseen

- ☐ Tilanteeseen ei ole varauduttu
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu hyvin
- ☐ Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin

Perustelut arviolle:

Millaisia toimenpiteitä tarvittaisiin, jotta riskiin varautumisen taso paranisi?

VAPAAT KOMMENTIT:

### Liite 3: Kaivosten itsearviointien koontitaulukko

Kaivosten tekemät itsearviointit eivät ole keskenään vertailukelpoisia, koska kaivokset ovat erilaisia ja toiset vastaajat ovat olleet vastauksissaan itsekriittisempiä kuin toiset.

Riski nro	valitso	Ilmainen	Jokisivu	Kemi	Kevitsa	Kittilä	Kylälahti	Laiva	Luikonlahti	Niisi	Orivesi	Pahtavaara	Pampalo	Pyhäsalmi	Punasuo- Lahnaslampi	Sälpiä	Silinjärvi	Talvivaara	Tyttyri	Vammala	Vuonos
1	a																				
	b						X	X			X	X	X					X			
	c								X	X									X		
	d																				
	e	X	X	X	X	X															
2	a																				
	b																				
	c						X	X		X		X	X					X			
	d		X						X												
	e					X															
3	a																				
	b																				
	c							X	X		X	X	X						X		
	d						X											X			
	e	X	X	X	X	X				X											
4	a										X										
	b							X													
	c																				
	d						X		X	X								X	X		
	e	X		X		X							X	X							
5	a																				
	b										X										
	c							X		X											
	d	X	X	X	X	X							X					X	X		
	e						X		X			X									
6	a																				
	b						X		X												
	c										X										
	d	X	X	X	X	X		X		X		X	X					X	X		
	e																				

a=Tilanteeseen ei ole varauduttu  
b=Tilanteeseen on varauduttu vähäisessä määrin  
c=Tilanteeseen on varauduttu kohtalaisesti  
d=Tilanteeseen on varauduttu hyvin  
e=Tilanteeseen on varauduttu erittäin hyvin



Liite 4. Kaivosten ja rikastamojen vastaukset hydrologisen riskin hallitsemiseksi

I/4

Kaivos/rikastamo	Hydrologia (prosessikierto)	Varautuminen	Mitoitus
Ihalaisen kaivos (Nordkalk Oy Ab)	1,5 Mm <sup>3</sup> vettä vuosittain => 0,5 Mm <sup>3</sup> jäähdytysvesiksi. Loput selkeytyskäsittelyn kautta Pikkalanojaan. Rikastushiekka ja prosessivedet pumpataan altaaseen. Suotovedet kerätään ja pumpataan takaisin altaisiin. Suljettu kierto. Vapaan veden määrä on n. 50 000 m <sup>3</sup>	Päivittäiset tarkastuskierrokset. Kaivoksen kuivanapitopumppauksen keskeyttäminen. Ojien sulkeminen. Prosessin keskeyttäminen. Lisäpumput ojiin. Poikkeuksellisen runsailla sateilla voidaan prosessivedet johtaa eteläisen hapetusaltaan kautta Pikkalanjokeen.	
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	Vettä käytetään 1 000 000 m <sup>3</sup> /a. Pintavedet pumpataan Korvalammin kautta maanalaiseen kaivokseen, jota käytetään varastona. Suurilla virtaamilla Korvalammin pato avataan ja vesi juoksutetaan Ekojokeen.	Altaiden maksimikapasiteetti 100 000 - 150 000 m <sup>3</sup> . Aluetta tarkkaillaan (lumi?). Vanhan kaivoksen vesipinnan tarkkailu. Kaivos toimii puskurivarastona.	
Kemin kaivos (Outokumpu Chrome Oy)	Talousvesiä ostetaan 20 000 m <sup>3</sup> . Rikastamon prosessivesi selkeytysaltailla 2 500 000 m <sup>3</sup> . Muut vedet altailla 1 000 000-2 000 000 m <sup>3</sup>	Rikastushiekka-altaiden pinta-ala 200 ha. Tulva-ylivuotoputki. Veden lisävarastokapasiteetti noin 1,4 Mm <sup>3</sup> . Vedenpinnan alentaminen selkeytysaltailla ennen tulvakautta	
Kevitsan kaivos (FQM Kevitsa Mining Oy)	Raakavesi Kitisestä. Kaikki vedet johdetaan vesivarastoaltaaseen ja pintavalutuskentälle. Suljettu kierto. Hätövarastokapasiteetti rikastusaltaassa 0,52 Mm <sup>3</sup> ja vesivarastoaltaassa 0,05 Mm <sup>3</sup>	Kaivoksella oma sääasema. Tiedot kerätään vesitasemalliin. Hydrologinen mallinnus 2010-2011	
Nilsin kvartsi (Sibelco Nordic Oy Ab)	Sadanta-alue 34 ha. Sade- ja valumavedet 292 520 m <sup>3</sup> . 2 rikastushiekka-allasta. 2 suotovesiallasta. Juoksutus vesistöön 148 126 m <sup>3</sup>	Säännöllinen, visuaalinen tarkkailu. Juoksutukset ja altaiden vesipinnan alentaminen	
Kylylahden kaivos Altona Mining	Kuivanapitovedet kootaan ja käsitellään ennen laskua Polvijärveen. Q = 2300 m <sup>3</sup> /d.	Keräilyaltaat h=1,5 m. Altaiden selkeytyskapasiteetti 9500 m <sup>3</sup>	Rankkasade kerran 10 vuodessa
Luikonlahden rikastamo (Altona Mining Ltd)	Prosessivesi 1,7 Mm <sup>3</sup> . (Kaavio ja tase puuttuu)	Vesipintoja säädetään setti- ja dekatointikaivoilla. Varakapasiteetti rikastusallas 0 m <sup>3</sup> , CoNi-allas 50 000 m <sup>3</sup> , selkeytysallas 200 000 m <sup>3</sup> Heinälampi 400 000 m <sup>3</sup> ja Suurisuon alue yhteensä 300 000 m <sup>3</sup>	
Laivan kaivos (Nordic Mines Oy)	Vesitase suunnitelma sateisena ja keskimääräisenä vuotena.	Hätövarastoallastilavuudet 270 000 m <sup>3</sup> (vesivarastoallas), 6200 m <sup>3</sup> (HPG), 500 000 m <sup>3</sup> (Vaarainjärven varastoallas). Lumihavainnot, vesiarvo ja pohjaveden pintataso. Ojitusjärjestelyt + ylim. Pumppauskapasiteetti. Veden johtaminen louhokseen	
Pahtavaaran kaivos (Lapland Goldminers Oy)	Raakavesi Soasjoesta. Prosessivesimäärä 1,1 Mm <sup>3</sup> . Rikastusjäteallas (3,6 Mm <sup>3</sup> ). Ylivuotokanava selkeytysaltaaseen (0,8 Mm <sup>3</sup> ).	Sulamisvedet estetään eristysojilla. Selkeytysaltaan varakapasiteetti rajallinen. Rikastusaltaita korotettu. Veden pinnan hallinta säätöpatojen avulla. Hätylivuotoputket. Varakapasiteetti 0,63 Mm <sup>3</sup> . vuoteen 2015. Tulvaennusteet ja lumen vesipitoisuus => arvioita	
Punasuo-Lahnaslampi (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Sisäinen kierto 5,6 Mm <sup>3</sup> . Kuivanapitovesi 0,705 Mm <sup>3</sup>	Valumavedet ohjataan hallitusti alueen ohi. Altaidenpintojen säätely. Lahnaslammien kaivoksessa varakapasiteettia. 1 varoallas. Hätäkapasiteetti 60 000 m <sup>3</sup> (Talkkipiirin allas), 120 000 m <sup>3</sup> (soidinsuon allas), 100 000 m <sup>3</sup> (Papinlammien allas)	
Vuonos (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Raakavesi Viinijärvestä 0,55 Mm <sup>3</sup> . Kaivoksesta 0,35 Mm <sup>3</sup> ja sadanta 0,6 Mm <sup>3</sup>	Raakaveden minimointi. Altaiden pinnat pidetään riittävän alhaalla säätelämällä juoksutusta. Pumppausaltaan hätövarasto 0,45 Mm <sup>3</sup> . Välialtaan hätövarasto 0,39 Mm <sup>3</sup> ja rikastushiekkaaltaan hätövarasto 0,2 Mm <sup>3</sup>	

Kaivos/rikastamo	Hydrologia (prosessikierto)	Varautuminen	Mitoitus
Pyhäsalmen kaivos (Pyhäsalmi Mine Oy)	Kaivokselta ja rikastamolta 5,135 Mm <sup>3</sup> . Sadanta 210 000 m <sup>3</sup> . Piha-alueiden sadevedet sadevesikaivoihin muualta ojiin ja sieltä pumpppaamon kautta rikastushiekka-alueelle	Oma sääaseman pinnankorkeuden seuranta 1 krt/vrk. Pumpppaamojen pintamittaus-tieto ja käyntitunnit. Tarkastuskierrokset. Häätävarastot 0,25 Mm <sup>3</sup> (B-allas), 0,084 Mm <sup>3</sup> (D-allas) ja 0,345 Mm <sup>3</sup> (C-allas)	
Siilinjärven kaivos (Yara Suomi Oy)	Raakavesi Sulkavajärjestä + sadanta + valunta 8,5 milj. m <sup>3</sup> . Vesiä poistuu 5,9 milj.m <sup>3</sup> . Päälouhos 145 m <sup>3</sup> /h kemikalisointi + laskeutusaltaan + puhtaat valumavedet kautta Sikopuron kautta Kuuslahteen.	Raakaveden minimointi ja kierron maksimointi. Rikastushiekka Mustin altaaseen 5,5 Mm <sup>3</sup> . Uusi vesiallas 8 Mm <sup>3</sup> .	Vesitase-laskelmat päivitetty 2012.
Sälpä (Sibelco Nordic Oy Ab)	Prosessivedet kiertävät kiertovesialtaan kautta. Vedenotto merestä. Juoksutus mereen 0,7 Mm <sup>3</sup>	Juoksutukset	
Pampalon kaivos (Endomines Oy)	Kuivanapitovedet 0,26 Mm <sup>3</sup> . Rikastushiekka- ja selkeytysaltaat. Jälkiselkeytys. Riitaojaan 0,5 Mm <sup>3</sup>	Juoksutukset ja säätelytilavuudet. Kierrätysaste 98 %. Selkeytysaltaiden säätötilavuus 30 000 m <sup>3</sup>	Mitoitus-sadanta 14 vrk kerran 500 vuodessa.
Suuri-kuusikko (Agnico Eagle Finland Oy)	Kuivanapitovedet pumpataan selkeytysaltaaseen (kiintoaines), josta pintavalutus-kenttien kautta Seurujokeen. Pintavedet pintavalutus-kentille. Sivukivien läjitysalueen valumavedet erilliseen altaaseen, josta pumpataan CIL-altaaseen (ei ole toistaiseksi tehty). Prosessivedet pumpataan neutraloinnin kautta NP3-rikastushiekka-altaaseen. Talousvedet biologisen puhdistamon kautta Seurujokeen.	Varakapasiteetti minimissään 0,5 Mm <sup>3</sup> . Lisäksi kuivavarassa 0,4 Mm <sup>3</sup> . Jatkuva valvonta altailla 2 krt /vrk. Pohjavesien seuranta. Pengerretty niskaoja. Altaiden välisen alueen pumpppausjärjestelyt. Vedet ohjautuvat sortumatilanteessa käytöstä poistettuun Ruoran avo-louhokseen.	
Talvivaara Talvivaara Oy	Kaivosalueen suuruus on 8,9 + 7,9 km <sup>2</sup> . Ulkopuolinen valuma 11,49 km <sup>2</sup> . Valuma 6 –1 0 Mm <sup>3</sup> . Raakaveden osuus 2 Mm <sup>3</sup> . Varastoitujen jätevesien osuus noin 6 Mm <sup>3</sup> .	Puhtaiden vesien erottelu ja pois-johtaminen patojärjestelyillä sekä ohitusojituksilla. Prosessivesien kierrätys kaivosalueen sisällä, harmaiden vesien eli hulevesien sekä kaivoksen happamien vesien keräily ja puhtaiden vesien pois-johtaminen. Varotilavuus ei ole riittävä kipsisakka-altaalla tapahtuneen suuren ja äkillisen vuodon johdosta.	

Liite 5: Kaivosten ja rikastamojen ilmoittamia keinoja vuotojen ja patovaurioiden hallitsemiseksi.

Kaivos /rikastamo	Materiaali + kalusto	Vuodon hallinta	Muuta
Ihalaisen kaivos (Nordkalk Oy Ab)	Saven ja louheen varastokasat altaiden vieressä.	Pato jaettu useaan lohkoon. Padon kuivatus ja padon korjaus.	
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	Alueelle varattu savea ja louhetta. Moreenin ottoapaikat selvitetty. Oma kalusto		Vahingon-vaaraselvitys
Kemin kaivos (Outokumpu Chrome Oy)	Varastoituna 85 000 m <sup>3</sup> moreenia. Louhetta saatavilla sivukivikasoista.	Virtaus voidaan ohjata toiselle osaa allasta. Rikastamo voidaan ajaa alas.	Vahingon-vaaraselvitys Louhetukipenkereen sortuminen epätodennäköinen. Moreenitiivisteiden välissä suodatinkangas ja periaatteessa vähäiset vuodot tukkeutuvat itsestään.
Kevitsan kaivos (FQM Kevitsa Mining Oy)	Louhittu sivukivi. Moreenia varastoitu riittävästi	Pienet vuodot hallitaan pumppaamalla. Suurissa vuodoissa korjaustoimenpiteet ja evakuoiminen	Vahingon-vaaraselvitys Putkistot ja instrumentit ennakkoivan kunnossapidon piirissä.
Niilsin kvartsi (Sibelco Nordic Oy Ab)	Suodatinkangasrulla, moreeninottopaikat kartoitettu, Kiviainesta saatavilla, urakoitsijat		Pumppaamot ennakkohuoltoon ja tarkkailuun.
Kylylahden kaivos (Altona Mining)	Maa- ja kiviaineksen ottoapaikat kaivosalueella ovat tiedossa. Maansiirtokoneita jatkuvasti alueella	Rakentamalla palautuspumppaamo	Vahingon-vaaraselvitys
Luikonlahden rikastamo (Altona Mining Ltd)	Moreenin ottoalueet selvitetty. Kalliomursketta 500 m <sup>3</sup> ja sekaraakeista louhetta 1000 m <sup>3</sup> . Suodatinkangasta 500 m <sup>2</sup>		Rankkasateiden aiheuttama vuoto epätodennäköinen
Laivan kaivos (Nordic Mines Oy)	Moreenia, louhetta ja erilaisia murskeita saatavilla. Kalusto saatavilla lyhyellä varoitusaajalla.	Vesien ohjaus. Padotuksia vuotoalueella. HGI altaan salaojitus voidaan sulkea	Vahingon-vaaraselvitys
Pahtavaaran kaivos (Lapland Goldminers Oy)	Maa-ainesten läjitys patojen läheisyyteen. Työkoneet, pumpput ja aggregaatit	Vuoto kootaan ulkopuolisten ojien kautta varoaltaaseen, josta se pumpataan takaisin jätealtaaseen.	Vahingon-vaaraselvitys
Punasuo-Lahnaslampi (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Moreenia ja louhetta alueella. Konekalusto urakoitsijoilta	Tukipenkereen rakentaminen. Veden leviämisen estäminen ja ohjaaminen	Rikastushiekan pumppauksen pysäytys.
Vuonos (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Moreenia 300 m <sup>3</sup> . Alueella maanottopaikat soralle ja moreenille. Louhetta Polvijärven kaivokselta	Tiestön padottaminen	Vahingon-vaaraselvitys Rikastushiekkalieteputki on sijoitettu rikastushiekkapenkan sisäreunaan
Pyhäsalmen kaivos (Pyhäsalmi Mine Oy)	Louhetta, hiekkasäkkejä, suodatinkangasta, moreenia	Virtaaman ohjaus toiseen altaaseen. Ojien vedet pumpataan altaisiin	Vahingon-vaaraselvitys Turvallisuus-suunnitelma: Vastuuhenkilöt, toimenpiteet vahinkojen torjumiseksi, urakoitsijat, materiaalinottoapaikat ja kulkureitit
Siilinjärven kaivos (Yara Suomi Oy)	Moreenia, louhetta, mursketta, suodatinkangasta ja puutavaraa läjitettynä ja varastoituna alueella Yhteystietoluettelo	Rikastushiekan ja veden pääsyn estäminen / Rajoittaminen	Vahingon-vaaraselvitys Turvallisuus-suunnitelma
Sälpä (Sibelco Nordic Oy Ab)	Moreenia varastoituna.	Kallistukset, padon reunojen suojaus eroosiokivellä.	Vahingon-vaaraselvitys
Pampalon kaivos (Endomines Oy)	Suodatinkangas, louhe, moreeni ja bentoniitti	Vuotoalueen raja	Vahingon-vaaraselvitys
Suurikuusikko (Agnico Eagle Finland Oy)	Louhetta, moreenia, mursketta ja suodatinkangasta on varattuna rikastushiekka-altaiden välittömään läheisyyteen	Virtauksen ohjaus Ruoran avolouhokseen. Pumppauksen lopetus ja varaputkiston käyttöönotto.	Vahingon-vaaraselvitys Turvallisuus-suunnitelma
Talvivaara (Talvivaara Oy)	Bentoniittimattoja ja hiekkasäkkejä varastoituna. Moreeni Työkoneita on saatavilla.	Takaisinpumppaus sekä pumppaus muihin altaisiin.	Vahingon-vaaraselvitys Padot on rakennettu louheesta ja sortumariski on erittäin pieni. Todennäköinen vuodon aiheuttaja on kalvon mekaaninen rikkoutuminen esim. pumppujen liikkeitä. Nestepinta pidetään tuloputkea korkeammalla tasolla ja pumpput on sijoitettu lautalle.



## Johdanto

Suomen kaivosteollisuudella on pitkä historia. Muutaman vuosikymmenen hiljaisemman kauden jälkeen uusi kasvu käynnistyi 2000-luvun alussa, jolloin perustettiin useita uusia metallimalmikaivoksia. Kaivosten toimintaympäristö on muuttunut ajan kuluessa. Euroopan unioniin liittymisen jälkeen ympäristölainsäädäntö- ja patoturvallisuuslainsäädäntö on kehittynyt kiihtyvällä tahdilla. Myös kaivoslainsäädäntö on uudistunut.

Kaikilla suomalaisilla kaivoksilla on voimassa olevat luvat eikä kaivosten stressitestivastausten perusteella kaivospatojen patoturvallisuuden hoidossa ole puutteita. Rakenteet on suunniteltu ja toteutettu viranomaisten hyväksymällä tavalla. Toiminnan ympäristövaikutuksia ja patorakenteita tarkkaillaan vaatimusten mukaisesti ja osin oma-aloitteisesti laajemminkin.

Tässä liitteessä on tarkasteltu kaivannaisjätealueiden ja patojen suunnittelussa huomioon jatkossa otettavia näkökulmia sekä rakenteiden mahdollisia ongelmakohtia. Jätealueiden osalta tarkastelu perustuu kaatopaikkarakentamiseen ja kansainvälisiin kokemuksiin. Patoturvallisuuden osalta on nojaututtu International Commission on Large Dams (ICOLD) selvityksiin ja kansainväliseen pato-onnettomuustilastoon. ICOLD on merkittävä toimija patojen teknillisen tietämyksen ja patoturvallisuuden kehittämisessä. Kaivospatojen laajamittaiset onnettomuudet 1970-luvulla johtivat kaivospatojen teknillisen komitean perustamiseen vuonna 1976. Kaivospatojen "Tailings dams and Waste Lagoons" on julkaissut kymmenkunta teknillistä Bulletinia, joissa on käsitelty mm. kaivospatojen suunnittelua, rakentamista, monitorointia ja sulkemista.

## Kaivannaisjätealueet

Vuonna 2008 voimaan tullut ja vuonna 2013 päivitetty asetus kaivannaisjätealueista (VNA 190/2013) asettaa tiukat tavoitteet kaivannaisjätteiden hallinnalle. Kaivannaisjätteen jätealue on perustettava ja sitä on hoidettava siten, että:

- jätealueesta ei aiheudu maaperän, vesistön, pohjaveden tai ilman pilaantumista eikä muuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa ottaen huomioon alueen sijainti sekä alueen geologiset, hydrologiset, hydrogeologiset ja geotekniset ominaisuudet;
- jätealueesta ei aiheudu pitkänkään ajan kuluessa ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa ottaen huomioon syntyvä suotovesi ja muu jätevesi sekä eroosio;
- jätealueen fyysinen vakaus varmistetaan sekä ympäristön pilaantuminen ja maisemahaitta ehkäistään asianmukaisin rakentein ja suunnitelmallisella hoidolla ja ylläpidolla;
- jätealuetta seurataan ja tarkkaillaan suunnitelmallisesti ja pätevästi sekä ryhdytään tarvittaviin toimiin, jos jätealue ei ole riittävän vakaa tai alueesta aiheutuu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa;
- jätealueen ja sen ympäristön maaperä tarvittaessa puhdistetaan tai muutoin kunnostetaan;
- ryhdytään asianmukaisiin toimiin jätealueen käytöstä poistamiseksi ja sen jälkihoidon järjestämiseksi.

Nykyinen lainsäädäntö siis antaa mahdollisuudet asettaa tiukkojakin vaatimuksia kaivannaisjätealueiden rakenteille, seurannalle ja tarkkailulle.

Kaivannaisjätealueet ovat olleet perinteisesti maapohjaisia ja suotavilla maapadoilla muodostettuja altaita. Tämä helpottaa osaltaan vesitaseen hallinnassa, kun osa ylimääräisestä vedestä suotautuu pohjamaan ja patojen kautta, josta se kerätään yleensä ympärysojien kautta yhteen. Altaiden pinta-alat ovat suuria, useita kymmeniä tai satoja hehtaareja, joten niihin kertyy paljon myös puhtaita sade- ja sulamisvesiä, jolloin vesimäärät kasvavat, mutta toisaalta pitoisuudet laimenevat.

Pohjamaan ja suotautuvien patojen kautta purkautuu vedenpaineesta ja pohjamaan läpäisevyydestä riippuen hitaasti, mutta jatkuvasti, etenkin veteen liuenneita (ja suspendoituneita) haitta-aineita ympäristöön. Läpäisevään vesimäärään ja sen mukana kulkeutuvien haitta-aineiden määrään vaikuttavat mm. pohjamaan vedenläpäisevyys (k-arvo), pohjamaahan kohdistuva vedenpaine ja läjitetyn jätteen ominaisuudet (haitta-aineiden pitoisuudet ja esiintyminen, vesiliukoisuus, pohjamaan sorptiokapasiteetti). Mitä läpäisevämpi pohjamaa tai patomateriaali on, sitä nopeammin ja enemmän voi tapahtua kulkeutumista, mikäli jättemateriaalista pääsee vapautumaan haitta-aineita. Kulkeutumista tapahtuu myös muiden kulkeutumismekanismien kautta (esim. kemiallinen diffuusio), mutta se on hitaampaa kuin veden mukana kulkeutuminen.

Kaivosten jätealueet ovat pinta-alaltaan ja jättemääriltään tyypillisesti suuria, joten vaikka jätealueelta ympäristöön kulkeutuvien tai johdettavien vesien haitta-aineiden pitoisuudet olisivat pieniä, ympäristöön päätyvät haitta-aineiden kokonaismäärät voivat olla ympäristövaikutusten kannalta merkittäviä.

Kaatopaikkarakentamista on ohjattu EU:n kaatopaikkadirektiiviin perustuvalla valtioneuvoston päätöksellä VNp 861/1997, joka on kumottu rakenteiden osalta samansisältöisellä valtioneuvoston asetuksella 331/2013. Vuonna 1999 päätöksen soveltamisalaa rajattiin (VNp 1049/1999) siten, ettei päätöstä sovelleta sellaiseen paikkaan, jonne sijoitetaan vain saastumatonta maa-ainesjätettä tai mineraalivarojen etsimisessä, louhinnassa, rikastuksessa ja varastoinnissa sekä louhostoiminnassa syntynyttä pysyvää tavanomaista jätettä. Uusi asetus rajaa kaatopaikkamääräysten ulkopuolelle kaikki paikat, joihin sijoitetaan kaivannaisjätteistä annetun VNa 190/2013 soveltamisalaan kuuluvia jätteitä.

Kaatopaikkamääräyksessä on asetettu kaatopaikka-alueen pohjamaalle vedenläpäisevyys- ja paksuusvaatimukset, jotka ohjaavat sijoittamaan kaatopaikat sellaiseen paikkaan, jossa on luontaisesti haitta-aineita pidättävä ja huonosti vettä läpäisevä geologinen esiintymä, ja tarvittaessa täydentämään pohjamaata rakennetulla kerroksella. Lisäksi kaatopaikkamääräyksen mukaan vaarallisten ja tavanomaisten jätteiden kaatopaikoilla on käytettävä pohjassa yhdistelmärakennetta, jossa k-arvonsa eli vedenjohtavuutensa mukaisesti läpäisevän mineraalisen kerroksen päälle on asennettava keinotekoinen eriste, joka on tavallisesti ohut, kemiallisesta kuormitusta kestävä geomembraani eli tiivistyskalvo. Myös tiivistä asfalttia on käytetty keinotekoisena eristeenä. Tiiviisti rakennetun mineraalisen tiivistyskerroksen tai vaatimukset täyttävän pohjamaan päälle asennettu keinotekoinen eriste saumataan vesitiiviiksi ja suojataan vielä pistekuormitukselta ja työnaikaisilta rasituksilta, paljaaksi jäävissä luiskissa tarvittaessa myös UV-säteilyltä ja routimiselta. Yhdistelmärakenteen on todettu toimivan paremmin kuin sen osat erikseen, sillä niissä haitta-aineiden kulkeutumismekanismit ovat eri rakenneosissa erilaisia ja mineraalinen tiivistyskerros hidastaa merkittävästi kulkeutumista myös kalvon reikien kohdalla, jolloin ei muodostu ns. amme-efektiä (kalvon reikä on kuin poistettu ammeen tulppa). Tiivistysrakenteen päälle rakennetaan vähintään 0,5 m paksuinen

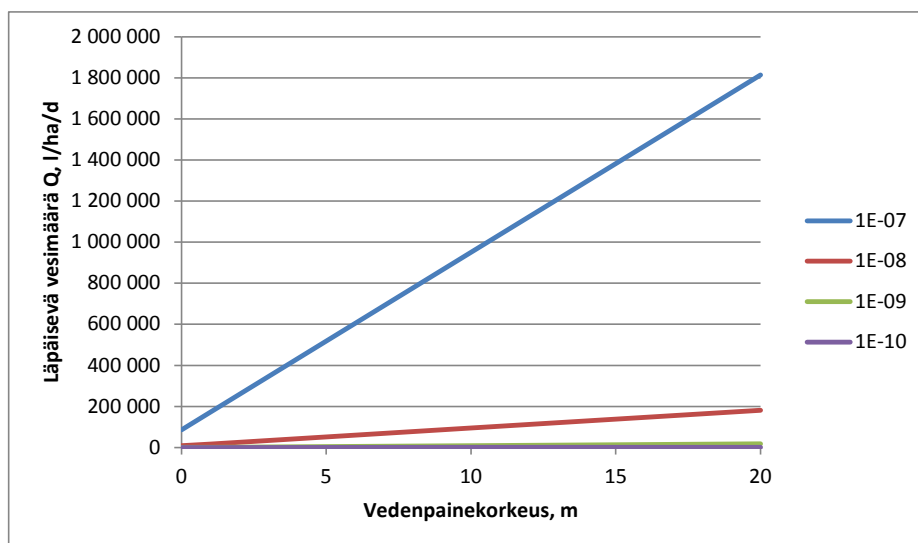
kuivatuskerros, jonka avulla kootaan kaatopaikkavedet käsittelyyn ja alennetaan tiivistysrakenteeseen kohdistuvaa vedenpainetta.

Suomessa on joillakin uusimmilla kaivannaisjätealueilla jo käytetty geosynteettisiä tuotteita kuten bentoniittimattoa tai geomembraania tai molempia täydentämässä luontaisen pohjamaan alhaista vedenläpäisevyyttä. Muutamilla kaivoksilla on keinotekoisena eristeenä käytetty bitumista geomembraania. Yhdistelmärakenteessa keinotekoinen eriste pidentää bentoniittimaton käyttöikää, jota muutoin lyhentää kemiallisen kuormituksen aiheuttama ominaisuuksien heikkeneminen. Suurilla vesipaineilla (> 3 m) paksu mineraalinen tiivistyskerros toimii paremmin advektiovirtauksen rajoittamisessa kuin ohut bentoniittimatto yksinään.

Bentoniittimatto on tehdasvalmisteinen veden- ja kaasuneristämiseen tarkoitettu geosynteetti, jossa on kahden kuitukankaan eli geotekstiilin välissä paisuvahi-laista luonnonsavea. Bentoniittimaton vedenläpäisevyys on tyypillisesti luokkaa  $1 \dots 5 \cdot 10^{-11}$  m/s, kun taas hienorakeisen moreenin vedenläpäisevyys voi vaihdella huokoisuuden ja hienoainespitoisuuden mukaan  $10^{-6} \dots 10^{-8}$  m/s. Tiivistyskalvo on vesitiivis, mutta advektiovirtausta voi tapahtua kalvon vauriokohtien kautta. Mineraalisen tiivistyskerroksen ja tiivistyskalvon muodostama yhdistelmä rakenne estää advektiovirtausta paremmin kuin kumpikaan osa erikseen, sillä yhdistelmä rakenteessa mineraalinen tiiviyskerros täydentää kalvoa siten, ettei kalvoon mahdollisesti tulevan reiän kautta pääse vapaasti tapahtumaan virtausta. Kalvon alle ei saa sijoittaa vettä hyvin läpäisevää kerrosta, sillä silloin kalvon reikä keskittää virtauksen yhteen kohtaan.

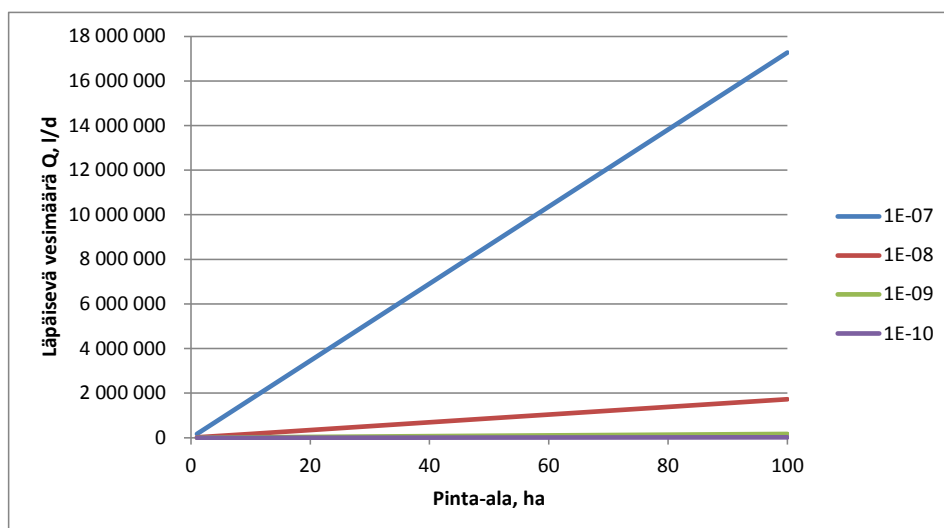
Merkittävin ero kaatopaikkarakenteisiin nähden on yhdistelmä rakenteen käytön lisäksi kaivannaisjätealueilla vallitseva vedenpaine. Kaatopaikoilla suotovedet kootaan vesitiiviin tiivistyskerroksen päältä kuivatuskerroksen avulla ja näin pienennetään tiivistyskerrokseen kohdistuvaa hydraulista gradienttia. Kaivannaisjätealueilla ei perinteisesti ole kuivauskerrosta, sillä se voi aiheuttaa jätteiden tarpeetonta hapettumista ja happamien valumavesien muodostumista. Hapon muodostumisen estämiseksi happoa muodostavat kaivannaisjätteet pidetään vedenpinnan alapuolella, jolloin vedenpaine korkeus voi olla kymmeniä metrejä.

Kuva 6:ssa on esitetty yksinkertaistettu esimerkkilaskelma vedenläpäisevyyden ( $k$ , m/s) ja vedenpaine korkeuden ( $h_w$ , m) vaikutuksesta läpäisevään vesimäärään, kun tarkastellaan yhden metrin paksuista, täysin veden kyllästämää mineraalista kerrosta ilman keinotekoisia eristettä. Tarkastelu osoittaa, miten oleellista on, että pohja täyttää kauttaaltaan asetetun vedenläpäisevyysvaatimuksen eikä siinä ole paremmin vettä läpäiseviä vyöhykkeitä.



Kuva 6. Yksinkertaistettu esimerkkilaskelma vedenläpäisevyyden ja vedenpaine korkeuden vaikutuksesta läpäisevään vesimäärään.

Kuva 7:ssä on havainnollistettu pinta-alan vaikutusta läpäisevään vesimäärään. Tarkastellaan yhden metrin paksuista, täysin veden kyllästämää mineraalista kerrosta ilman keinotekoisia eristettä, jonka päällä on 1 m vesipatsas ( $h_w = 1$  m).



Kuva 7. Esimerkki pinta-alan vaikutuksesta läpäisevään vesimäärään.

Kun keinotekoinen eriste eli tiivistyskalvo otetaan mukaan tarkasteluun, läpäisevät vesimäärät pienyvät merkittävästi; rakentamisen aikaisella huolellisella laadunvalvonnalla ja suojakerroksella voidaan käytännössä karsia kalvoon työn aikana muodostuvat vauriot, jolloin saavutetaan vesitiivis rakenne.

Kaivannaisjätealueiden pohja- ja reunarakenteiden toteuttaminen vesitiiviisti on haasteellisempaa kuin kaatopaikkarakentaminen, sillä olosuhteet ovat huomattavasti vaativammat:

- Pinta-alat ovat suuria, täyttökorkeudet suurempia ja siten kuormitus suurempi ja vaihtelevien pohjaolosuhteiden todennäköisyys suurempi, jolloin tarvitaan myös muodonmuutoskestävyyttä,
- vedenpaineet ovat merkittävästi suurempia, ja
- kemiallinen kuormitus on tarkemmin etukäteen tiedossa, mutta esimerkiksi pH-olosuhteet voivat olla selvästi happamat.

Jatkuvan vedenpaineen ja suurien kuormitusten alle suositeltava pohjarakenne on kaksoisyhdistelmä rakenne (esim. veden alle varastoitavat happoa muodostavat jätekasat), jossa kahden yhdistelmä rakenteen välissä on vedenpaineen tasaava tarkkailukerros. Tällainen rakenne voi muodostua esim. seuraavista kerroksista (lueteltuna ylhäältä alaspäin):

- tiivistyskalvon suojakerros
- tiivistyskalvo, esim. 2,00 mm LLDPE-kalvo
- mineraalinen tiivistyskerros, esim. bentoniittimatto
- tarkkailukerros, esim. kolmitasoinen salaojamatto, suodatinkangas molemmilla puolilla tai karkea tasarakeinen hiekka
- tiivistyskalvo, esim. 2,00 mm LLDPE-kalvo
- mineraalinen tiivistyskerros, esim. bentoniittimatto ja /tai vaatimukset täyttävä, tasalaatuinen luonnollinen pohjamaa

Geosynteteillä rakentaminen edellyttää asiantuntevaa suunnittelua ja huolellista toteuttamista. Työnaikainen laadunvalvonta on tärkeä osa kokonaisuutta. Kalvon eheys voidaan todeta sähköisin mittauksin ennen käyttöönottoa, ja sähköisellä vuodontarkkailujärjestelmällä voidaan seurata sen toimintaa myös käytön aikana.

Jätealueiden pohjarakenteet ovat pysyviä rakenteita, joita ei voi korjata, koska päällä on useita kymmeniä metrejä läjitettyä materiaalia. Käytettävien ratkaisujen tulee siten olla sellaisia, että ne toimivat hallitusti. Käytettäviltä geosyntetisiltä tuotteilta on siis edellytettävä hyvää pitkäaikaiskestävyyttä.

## Kaivosten jäte-, varasto- tai käsittelyalueet ja niiden pohjarakenteet vastausten perusteella

Kaivos/rikastamo	Jäte- tai käsittelyalue	Pohja
Ihalaisen kaivos (Nordkalk Oy Ab)	rikastushiekka-altaat	pohjamaa; tiivistä savi-silttimaata, tarvittaessa täydennetty
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	Rikastushiekka-altaat (A, B ja C) ja jälkiselkeytysaltaat, yhteensä 35 ha	pohjamaa; moreenia, savea ja kalliota
Kemin kaivos (Outokumpu Chrome Oy)	rikastushiekka-altaat 200 ha selkeytysaltaat sivukivialue	maapohjaisia
Kevitsan kaivos (FQM Kevitsa Mining Oy)	rikastushiekka-altaat, B rikkirikasteelle ja A matalarikkiselle, malmin varastoalue, vesivarastoallas, tehdasalueen hulevesiallas, malmialueen hulevesien keräilyallas, selkeytysallas, pintavalutuskenttä, sivukivialue	B-allas: pohjamaa moreeni, bentoniittimatto, bitumigeomembraani (vedellä peitettävä jäte) A-allas: pohjamaa turve, jota täydennetään tarvittavilla alueilla bentoniittimattolla tai tiivisturpeella + moreeni-täyttö 0,3 m Vesivarastoallas: pohjamaa moreeni Vesienkäsittelyallas: HDPE-kalvo, metri murskattua tarvekiveä
Nilsin kvartsi (Sibelco Nordic Oy Ab)	2 rikastushiekka-allasta, 20 ha suotovesialtaat	pohjamaa
Kylylahden kaivos Altona Mining	vesien keräilyallas vesien käsittelyaltaat, 3 kpl pihavesien keräilyallas	kaikissa moreeni ja bentoniittimatto
Luikonlahden rikastamo (Altona Mining Ltd)	CoNi-varastoallas 4,1 ha  rikastushiekka-allas 27 ha  selkeytysallas	CoNi-allas: bentoniittimatto ja LLDPE-kalvo, alta salaojitettu (tarkkailuverkosto), varastoidaan veden alla rikastushiekka-altaan pohjamaa tiivistynyt turve ja järvilleju, osin kallio tai ohut hiekkamoreenikerros
Laivan kaivos (Nordic Mines Oy)	rikastushiekka-allas B (HGPI) rikastushiekka-allas A (pasta) laskeutusallas vesivarastoallas sivukivialueet	altaassa B moreeni, bentoniittimatto, bitumigeomembraani, salaojitettu altaassa A kokoonpuristunut turve, muissa altaissa pohjamaa moreenia Sulfdisen sivukiven alla on 1,5 mm paksuinen HDPE-kalvo.
Pahtavaaran kaivos (Lapland Goldminers Oy)	rikastushiekka-allas 68,5 ha selkeytysallas pintavalutuskenttä (suo) 30 ha	pohjamaa moreenia
Punasuo-Lahnaslampi (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	rikastushiekan läjitysalue  sivukivialueet	pohjamaa, moreeni; vanha lammen pohja
Vuonos (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	rikastushiekan läjitysalue	pohjana vanha suo; turvetta, hiesua ja hietaa
Pyhäsalmen kaivos (Pyhäsalmi Mine Oy)	rikastushiekka-altaat (A poistettu käytöstä, B rikastushiekka, josta ei ole rikastettu pyriittiä, C vesivarasto ja D käytössä oleva rikastushiekka-allas)	pohjamaa: pinnassa turvetta, jonka alla on hienoainemoreenia, paikoin savea tai hiesua
Siilinjärven kaivos (Yara Suomi Oy)	rikastushiekka-allas vesiallas laskeutusallas sadevesiallas sivukiven läjitysalue	pohjamaa, pääosin moreeni
Sälpä (Sibelco Nordic Oy Ab)	rikastushiekka-altaat	pato on perustettu kallioon

Kaivos/rikastamo	Jäte- tai käsittelyalue	Pohja
Pampalon kaivos (Endomines Oy)	rikastushiekka-allas selkeytysaltaat  maa- ja kiviainesten varastoalue	pohjamaa: moreeni, rikastushiekka- altaalla myös turve ja turpeen alla lieju- ja silttiker- ros, paikoin savi (tyyppipoikkileikka- uksessa turpeen alla hiekkakerros ja HkMr, siHkMr)
Suurikuusikko (Agnico Eagle Finland Oy)	rikastushiekka-allas (NP3) vaahdotuk- sessa syntyvälle rikastushiekalle, rikastushiekka-allas (CIL2) syanidiliuo- tuksen rikastelietteelle, selkeytysallas pintavalutuskenttä sivukiven läjityskenttä ja sen vesiallas	NP3-allas: pohjamaa moreeni, bitumi- geomembraani CIL2 ja CIL -altaat: moreenikerros, bitumigeomembraani
Talvivaara Talvivaara Oy	bioliuotus, primääri- ja sekundääri- kasat liuosaltaat (PLS) raffinaattialtaat, prosessivesialtaat kipsisakka-altaat 1 ja 2, jälkikäsittelyalueet, sivukiven läjitysalueet	bioliuotus: bentoniittimatto ja HDPE- tiivistyskalvo, tarkkailukerros ja toinen HDPE-kalvo kipsisakka-allas pohjamaan, moreeni- kerroksen tai bentoniittimaton päällä HDPE-kalvo
Jokisivun kaivos Dragon Mining Oy	selkeytysaltaat sivukiven läjitysalueet	
Oriveden kaivos Dragon Mining Oy	sivukiven varastoalue laskeutusaltaat	
Tytyrin kaivos Nordkalk Oy	selkeytysallas hule- ja sulamisvesille	

## Kaivospadot ja patoturvallisuus

Patoturvallisuuslaki tuli voimaan ensimmäisen kerran vuonna 1984. Tällöin kaivospatoihin sovellettiin kaivoslain (503/1965) kaivosturvallisuutta koskevia säännöksiä ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä kaivosten turvallisuusmääräyksistä (921/1975).

Kaivospadot sisällytettiin patoturvallisuuslain piiriin vuonna 2009 uudistetussa patoturvallisuuslaissa (26.6.2009/494) ja valtioneuvoston asetuksessa patoturvallisuudesta (319/2010). Patoturvallisuuskäytäntöjä on esitetty Patoturvallisuusoppaassa (Raportti 89/2012).

Kaivospadoilla on yhteneväisyyksiä vesistöpatojen kanssa, mutta patojen käytön samoin kuin rakentamisen suhteen on eroavaisuuksia. Erityisesti kaivospadot on suunniteltu poistettavaksi käytöstä, ei käytettäväksi kuten vesistöpadot. Kaivospatojen rakentaminen tapahtuu yhtäaikaaisesti käytön (täytön) suhteen. Usein kaivospadoilla vesi liittyy rikastushiekan kierrätykseen ja sedimentaatioon. Jos vesi sisältää haitta-aineita eikä vesi saa päästä alavirtaan, joudutaan padottamaan myös vettä. Tällöin padon rakentamisessa sovelletaan normaalia vesistöpatojen rakentamistekniikkaa mahdollisesti yhdessä tiiviiden läpäisemättömien kalvojen kanssa.

Patoturvallisuuslaissa ja valtioneuvoston asetuksessa kuvatut yleiset patoturvallisuuden periaatteet soveltuvat sekä vesistöpadoille että kaivospadoille kuten:

- Patojen suunnittelu ja rakentaminen (Patoturvallisuuslain luku 2).
- Padon luokittelu ja patoturvallisuusasiakirjat (luku 3).
- Padon kunnossapito, käyttö ja tarkkailu (luku 4).
- Pato-onnettomuuksiin varautuminen ja toiminta onnettomuustilanteessa (luku 5).

## Kaivospatojen häiriötilanteet

Kaivospatojen tyypillisiä häiriötilanteita (ICOLD Bulletin 106<sup>4</sup>) ovat:

- ylivirtaus,
- luiskan stabiliteettiongelmat,
- suotovirtauksen aiheuttama sisäinen eroosio,
- pohjaveden pilaantuminen,
- dekantointijärjestelmän vauriot,
- seismiset kuormitukset sekä
- luiskan ulkoiset syöpymät.

Ylivirtaus tapahtuu, kun vesipinta ylittää padon harjan ja vesi virtaa patoluiskaa pitkin. Virtaaman määrästä ja luiskan eroosiokestävyydestä riippuen ylivirtaus voi johtaa pahimmassa tapauksessa padon sortumaan. Syinä ylivirtaukseen voivat olla riittämätön hydrologinen suunnittelu (allastilavuus ei ole riittävä tulevalle virtaamalle), riittämätön hydraulinen suunnittelu (dekantointijärjestelmä riittämätön purkukyky) tai padon kuivavaran pieneneminen esimerkiksi painumien johdosta.

Luiskan stabiliteettiongelmat: Luiskan stabiliteettiongelmien syynä voivat olla perustusten tai padon rakenteiden liikakuormitus tai kasvaneet huokosvedenpaineet esim. tukkeutuneen salaojituksen johdosta.

Suotovirtauksen aiheuttama sisäinen eroosio: Sisäisen eroosion syitä voivat olla tiivistäytymisen puutteelliset suodattimet, huonosti tehty tiivistystyö (esim. liian suurina kerroksina tai tiivistys dekantointirakenteiden luona), routimisen aiheuttama tiivistäytymisen löyhtyminen sekä painumien aiheuttamat halkeamat.

Pohjaveden pilaantuminen voi johtua tiivistyskalvon tai tiivistysrakenteen vaurioitumisesta, joka voi johtaa myös sisäisen eroosion kehittymiseen.

Dekantointijärjestelmän vauriot voivat johtua perustusten suurista painumista, järjestelmän tukkeutumisesta tai riittämättömästä purkukyvystä aiheutuvasta ylivirtauksista tai rakenteen kuten putken pintaa pitkin kulkevan virtauksen aiheuttamasta piping-sortumasta (sisäinen eroosio).

Seismiset kuormitukset: Maanjäristys aiheuttaa padon harjan ja kuivan luiskan muodonmuutoksia sekä rakenteiden suodatinjärjestelmän vaurioitumisen. Pahimmassa tapauksessa rikastushiekka voi nesteytyä ja koko pato sortua.

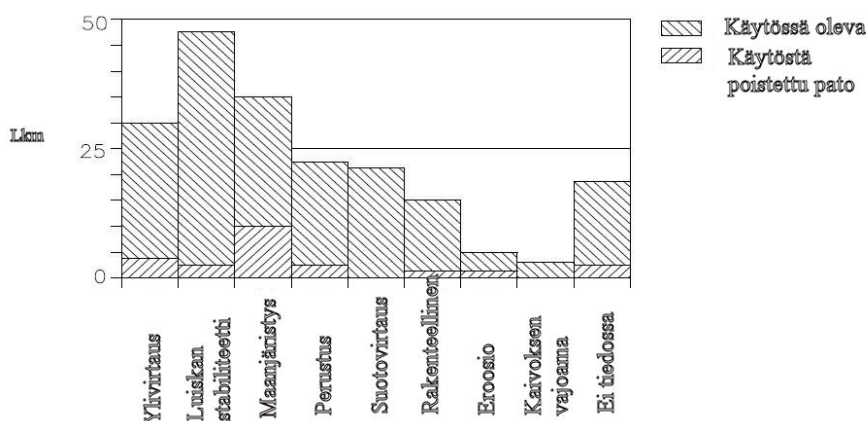
Luiskan ulkoiset syöpymät: Luiskan ulkoista eroosiota voi aiheuttaa tuuli ja sadevesi myös ylivirtauksen aiheuttama virtaama.

<sup>4</sup> [International Commission on Large Dams](#) (ICOLD) on vuonna 1928 perustettu riippumaton kansainvälinen organisaatio. Yksi ICOLD:in toiminnan perusmuodoista on teknillisten komiteoiden asiantuntijoiden tekemät kansainvälisten käytäntöjen "State of Art" raportit (Bulletin). Kaivospatojen onnettomuudet (kuten Buffalo Creekissä Yhdysvalloissa v. 1972, joka aiheutti yli 100 ihmishengen menetyksen) johti kaivospatojen teknillisen komitean "Tailings Dams ja Waste Lagoons" perustamiseen vuonna 1976.



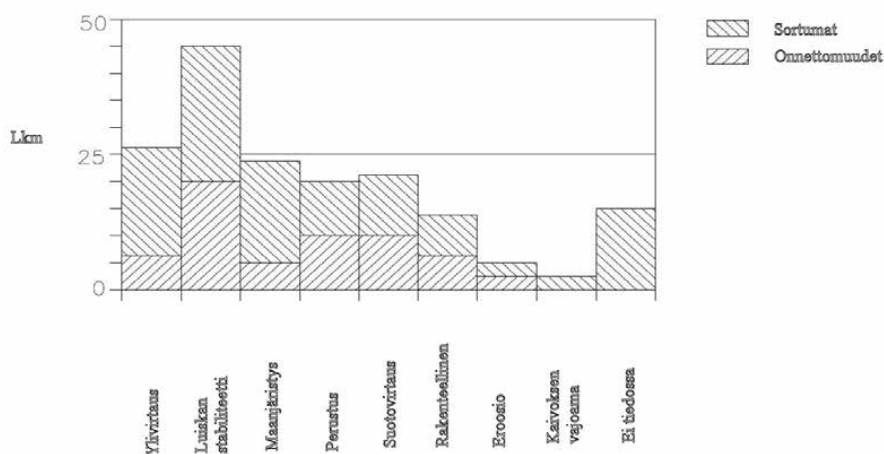
ICOLD Bulletin 121 listaa 221 kaivospatojen onnettomuutta ja sortumatapausta. Useimmat onnettomuudet perustuvat yhdysvaltalaisen USCOLDin dataan vuosilta 1917–1994. Kaikista onnettomuustapauksista on lyhyt kuvaus. Viimeisin raportissa käsitelty onnettomuustapausta on Baia Maren sortuma Romaniassa vuonna 2000.

Tilaston mukaan kaivospatojen yleisimpiä onnettomuuden syitä ovat luiskan stabiliteetin ongelmat (43 tapausta), maanjäristys (35 tapausta) ja ylivirtaus (30 tapausta) (kuva 8). Kuvaa tarkasteltaessa voidaan todeta, että yli 20 onnettomuutta on tapahtunut käytöstä poistetuille kaivospadoille. Maanjäristys on ollut yleisin näiden käytöstä poistettujen kaivospatojen onnettomuuden syy (10 tapausta), mutta myös ylivirtaus sekä luiskan stabiliteetin ja perustuksen ongelmat ovat aiheuttaneet onnettomuuksia.



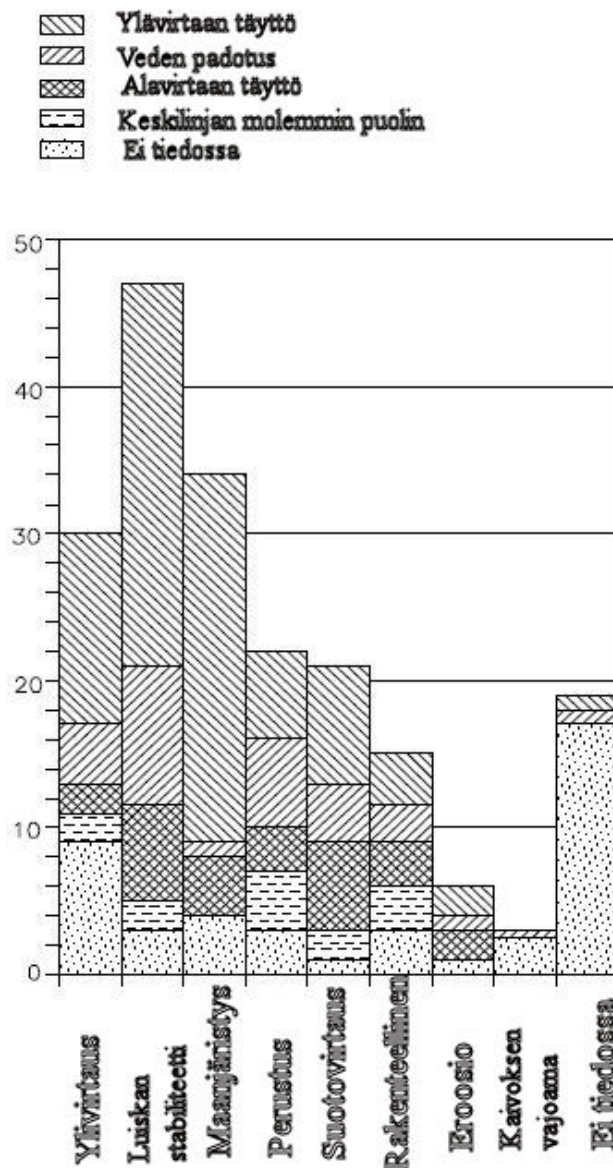
Kuva 8. Kaivospatojen onnettomuudet käytössä oleville ja poistetuille padoille (ICOLD Bulletin 106. 2001. Tailings dams. Risk of dangerous occurrences).

Ylivirtaus on johtanut noin 77 % tapauksista (20/26) käytössä olevan kaivospadon sortumaan. Vastaava suhdeluku luiskan stabiliteettiongelmissa on 50 % (20/40) (kuva 9).



Kuva 9. Käytössä olevien kaivospatojen onnettomuudet ja sortumat (ICOLD Bulletin 106. 2001. Tailings dams. Risk of dangerous occurrences).

Eniten onnettomuuksia on tapahtunut ylävirtaan täyttämällä rakennetuilla padoilla (84 onnettomuutta). Valtaosa näistä onnettomuuksista on johtunut luiskan stabi-  
liteettiongelmissa, ylivirtauksesta ja maanjäristyksistä (kuva 10). Vettä padottavilla  
kaivospadoilla on tapahtunut 28 onnettomuutta, joista yhdeksän (9) tapausta johtui  
luiskan stabi-  
liteettiongelmissa ja kuusi (6) tapausta suotovirtauksen ongelmista.



Kuva 10. Kaivospato-onnettomuuksien syitä patotyyppin mukaan (ICOLD Bulletin 106, 2001. Tailings dams. Risk of dangerous occurrences)..

Kaivospatojen onnettomuuksia on esitetty myös internetissä <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>. Tilaston mukaan 2000-luvulla on tapahtunut 24 kaivosonnettomuutta (noin 2 tapausta / vuosi), joista 20 on päätynt kaivospadon sortumaan.

## Kaivospatojen poistaminen käytöstä

Patoturvallisuuden kannalta kaivostoiminnan lakattua kaivospadon käytöstä poistamiseen vaikuttavat:

- kaivospadon luiskien pitkäaikainen stabiliteetti, johon vaikuttavat suotautuvan vesimäärä ja suodatinjärjestelmän toimivuus, huokosvedenpaineet ja niiden kehittyminen,
- alueen hydrologia kuten valuman suuruus ja sen muutokset pitkällä aikavälillä, virtausjärjestelyjen toimivuus,
- mahdolliset haitta-aineet rikastushiekassa ja jätealueen vedessä ja niiden kulkeutuminen sekä
- pintaerosio.

Patoturvallisuuslain 23 §:ssä säädetään padon käytön lakkaamisesta patoturvallisuuslain näkökulmasta. Patoturvallisuusoppaan mukaan käytöstä poistaminen on mahdollista, kun patorakenne on purettu tai padosta ei voi aiheutua patoturvallisuuslain tarkoittamaa vahingonvaaraa eikä pato ole patoturvallisuuslain 4 §:n määritelmän mukainen pato. Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteissä VNA 190/2013 14§ on määritetty käytöstä poistamisen edellytyksenä, että maa-alue on palautettu tyydyttävään tilaan. Kuitenkin osassa kaivospadoista padotaan ympäristölle haitallisia aineita. Mikäli kaivospatorakenteissa käytetään geosynteettisiä rakenneosia, on otettava huomioon niissä tapahtuva ikääntyminen ja sen myötä rakenteen toimintakyvyn heikkeneminen. Tämän vuoksi patoturvallisuuden kannalta on määriteltävä edellytykset, jolloin kaivospato lakkaa olemasta patoturvallisuuslain mukainen pato. Patoturvallisuuslaista, asetuksesta ja patoturvallisuusoppaasta ei tällä hetkellä löydy kriteerejä kaivospadon patoturvallisuuden mukaisesta padon lakkaamisesta. Oppaassa ”Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt”<sup>5</sup> kuvataan luvussa 8.4 kaivoksen sulkeminen ja jälkihoito. Jos kaivospadolla on ilmennyt kaivoksen toiminta-aikana ongelmia esim. sisäinen eroosion suhteen, jälkihoito voi olla haasteellista.

Kaivannaisjätealueet poistetaan käytöstä siten, että sen ympäristövaikutukset rajoitetaan esimerkiksi rakentamalla pintarakenne, joka vähentää läjitettyyn jätteeseen imeytyvän veden määrää ja siten hallittavien vesien määrää. Tarkkailu jatkuu vielä pitkään sulkemisen jälkeen. Sellaisilla jätealueilla, joilla läjitetään veden alle happoa muodostavaa jätettä, myös vesipaine on pysyvä, joten padonkin on toimittava ja tarkkailun jatkuttava myös kaivostoiminnan päätyttyä.

<sup>5</sup> Opas on saatavissa osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37056>.

Pääosin kaivospadot (12 kaivosta ja rikastamo) on rakennettu moreenisydämisinä vyöhykepatoina tai homogeenisina moreenipatoina.

Tiivistyskalvoa on käytetty viidellä kaivoksella ja rikastamolla (taulukko 3):

- Luikonlahden rikastamo (geomembraani, LPDE-kalvo), Co-Ni-allas
- Laivan kaivos (bitumigeomembraani), HPG-1 allas (syanidi)
- Suurikuusikko (bitumikermittiiviste) CIL ja NP3 (syanidi)
- Talvivaara (HDPE-kalvo)
- Kevitsan kaivos (bitumigeomembraani), korkearikkisen rikastushiekan allas B ja HDPE-kalvo vesienkeräilyaltaassa

Kaivospatojen patoturvallisuusdokumentteihin käytiin tutustumassa Kainuun ELY-keskuksessa Kajaanissa, sillä pelkästään kaivosten ja rikastamojen itsearviointin vastausten perusteella ei voida arvioida kaivospatojen patoturvallisuutta ja mahdollisia uhkatilanteita kuten esim. ylivirtausta, luiskun stabiliteettiongelmia ja sisäistä eroosiota. Kaivospadon patoturvallisuusriskiä arvioitaessa tulee olla tiedossa ainakin perustamisolosuhteet, suunnittelun ja rakentamisen aikaiset tiedot sekä käytön aikaiset tiedot kuten mahdolliset häiriötilanteet ja niiden korjaus sekä mahdolliset heikkouskohdat patoturvallisuuden kannalta.

Tässä arvioissa on tarkasteltu kaivospatojen mahdollisia häiriötilanteita ja mahdollista sortumauhkaa patoturvallisuusdokumenttien nopean tarkastelun perusteella. Kalvorakenteiden soveltuvuutta kohteeseen, eli kuinka hyvin ne soveltuvat pidättämään haitta-aineita patoaltaassa tai estämään pohjaveden ja maaperän pilaantumisen, ei ole arvioitu. Arviointia voidaan pitää patoturvallisuuden suhteen lähinnä suuntaa antavana, sillä tarkemman arvioinnin tekeminen edellyttäisi perusteellista tutustumista dokumentteihin, mittaustietoihin sekä maastokäyntiä kaivospadoilla.

Stressitestikyselyssä ainoastaan yksi vastaaja raportoi patovuodosta. Dragon Mining Oy:n Vammalan rikastamolla oli tapahtunut vuonna 2003 patovuoto, jonka johdosta yhtä rikastushiekka-allasta pidetään kuivana. Vastauksissa ei ollut kuvattu veden juoksutuslaitteita (dekantointilaitteet) ja niiden läpivientejä. Dekantointikaivo<sup>6</sup> on rakennettu esimerkiksi:

- Kemin kaivokselle (Outokumpu Chrome Oy). Ulkopinnalta uritettu putki (ei virtauksen katkaisulaippoja) menee tiivistysmoreenin ja suodatinkankaan läpi ja kulkee padon alla perusmaassa. Kaivanto on täytetty kaivumailla.
- Kevitsan kaivoksella (FQM Kevitsa Mining Oy). 5 kpl Ø 630 PEH ylivuotoputket (tarkoitettu hätäpurkuun, varustettu katkaisulaipoilla).
- Nilsiä kvartsi (Sibelco Nordic Oy Ab). Purkuputkilaipat puuttuvat
- Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy) ylivuotoputki PEH laipoilla
- Pyhäsalmen kaivos (Pyhäsalmi Mine Oy)

Dekantointilaitteiden läpivientien suunnittelussa ja rakentamisessa on oltava erityisen huolellisia. Putken pintaa pitkin kulkeva suotovirtaus on padon heikkouskohta ja mahdollinen syy ns. piping-sortumalle (ts. sisäiselle eroosiolle). Tämän vuoksi putkiin sijoitetaan katkaisulaippoja virtauspinnan pidentämiseksi. Alustavien tietojen mukaan Nilsiä kvartsin, Kevitsan ja Kemin padoilla saattaa olla piping-sortuman uhka. Kaikilla padoilla olevien dekantointilaitteiden läpivientien järjestelyt tulisi tarkistaa.

<sup>6</sup> Esimerkkikuva dekantointikaivosta löytyy mm. osoitteesta:  
[www.getunderground.fi/getfile.ashx?cid=343728&cc=3&refid=6](http://www.getunderground.fi/getfile.ashx?cid=343728&cc=3&refid=6)

Kaivosten ja rikastamojen stressitestivastaukset patovaurioiden ja vuotojen hallitsemiseksi on esitetty liitteessä 5.

Stressitestivastausten perusteella kaivannaisjätealueiden padot ovat useimmilla kaivoksilla suotavia ja pohja luonnollista pohjamaata eli moreenia tai turvetta, joka suotaa vedenläpäisevyyteensä mukaisesti. Muutamalla jätealueella on käytetty lisätiivisteenä bentoniittimattoa. Kuten taulukko 3:sta näkee, yhdistelmä rakenteita eli rakenteita, jossa on huonosti vettä läpäisevän mineraalisen kerroksen lisäksi keino-tekoinen eriste eli tiivistyskalvo, on käytetty vain uusimmilla kaivannaisjätealueilla ja niistäkin vain sellaisilla kaivannaisjätealueilla, joille läjitetään jätettä, jota ei ole luokiteltu pysyväksi jätteeksi. Talvivaaran kaivoksella on käytetty tiivistyskalvoa myös liuotusaltaissa (ns. prosessialtaat) ja vesivarastoaltaissa.

Taulukko 3. Tiivistyskalvolla varustettuja vyöhykepatoja.

Kaivos /rikastamo	Perustus	Tiivistysrakenne	Suodatin	Tukipenger
<i>Luikonlahden rikastamo (Altona Mining Ltd)</i>	Moreeni	LLDPE- kalvo Bentoniitti Moreeni	300 mm kalliomurske #0-64 mm 700 mm kalliomurske #0-200 mm Louheen kiilaus	Louhe
<i>Laivan kaivos (Nordic Mines Oy)</i>	Moreeni Kallio	Bitumigeomembraani Bentoniittimatto Moreeni	Salaojakerros: 300 mm sepeli 8/16	
<i>Suurikuusikko (Agnico Eagle Finland Oy)</i>	Moreeni	Bitumikermiitiiviste Moreeni	Suodatinkangas Murskesuodatin #0-55 mm Pienlouhe max. 300 mm	Louhe max. 600 mm
<i>Talvivaara Talvivaara Oy</i>		HDPE-kalvo Bentoniittimatto (Moreeni)	Murske #0-16 mm, 50 mm Murske #0-100 mm 50 mm Suodatinkangas Louheen kiilaus	Louhe
<i>Kevitsan kaivos (FQM Kevitsa Mining Oy)</i>	Moreeni	Bitumigeomembraani Bentoniittimatto Moreeni	vino- ja vaakasuodatin	Louhe

Taulukko 4:ssa on esitetty moreenisydämisten vyöhykepatojen ja homogeenisten kaivospatojen rakenteet. Kaivoksilla on useita patoja, joten taulukossa on esitetty patojen pääperiaatteet.

Taulukko 4. Moreenisydämisten vyöhykepatojen ja homogeenisten maapatojen rakenteet.

Kaivos /rikastamo	Perustus	Tiivistysrakenne	Suodatin	Tukipenger
Ihalaisen kaivos (Nordkalk Oy Ab)	Savi-siltti	Savi-siltti	Soijakivi + suodatinkankaat	Louhe
Kemin kaivos (Outokumpu Chrome Oy)	Maapohja?	Moreeni	Suodatinkangas Louheen kiilaus ja tärytiivistys	Tiivistetty louhe
Kevitsan kaivos (FQM Kevitsa Mining Oy)	Moreeni	Moreeni, k < 10-7 m/s	Suodatinkerrokset (#0-200 mm ja #0-300 mm) + Suodatinkangas	Louhe
Nilsin kvartsi (Sibelco Nordic Oy Ab)	Moreeni	Moreeni (korotus) Jätelouhe moreenin sisällä	Suodatinkangas	Louhe luiskassa
Pahtavaaran kaivos (Lapland Goldminers Oy)		Homogeeninen moreenipato	Luiskassa Suodatinkangas Louhepenger	
Siilinjärven kaivos (Yara Suomi Oy)	Moreeni Kitkamaa Kallio	Moreeni k < 10-7 m/s	Vinosuodatin (leveys = 2 m), murske #0-35 mm	Louhe max 300 mm
Sälpä (Sibelco Nordic Oy Ab)	Moreeni Kallio	Moreeni k < 10-7 m/s	Suodatin Kalliomurske #0-32 mm	Louhe
Pampalon kaivos (Endomines Oy)	Moreeni	Homogeeninen moreenipato k < 3,2 * 10-7 m/s	Luiskassa Suodatinkangas 300 mm murske #0-100 mm Pohjasuodatin	

## Moreenialkupato ja korotus rikastushiekalla

Viiden (5) kaivoksen ja rikastamon kaivospadolla on alkupato rakennettu moreenista ja korotus on tehty rikastushiekalla (taulukko 5):

- Dragon Mining Oy:n Vammalan rikastamo,
- Mondo Minerals B.V. Branch Finland Punasuo-Lahnaslampi Sotkamossa ja Vuonos Outokummussa,
- Pyhäsalmen Mine Oy:n Pyhäsalmen kaivos Pyhäjärvellä sekä
- Altona Mining Oy:n Luikonlahden rikastamo Kaavilla.

Näillä kaivoksilla ja rikastamolla on myös muita patoja kuten vesiallaspatoja, jotka on rakennettu vyöhykepatoina.

Taulukko 5. Kaivokset ja rikastamot, joiden alkupato on rakennettu moreenista ja korotus tehty rikastushiekalla.

Kaivos /rikastamo	Perustus	Alkupato	Korotus
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	Savi Moreeni Kallio	Moreeni Pohjasuodatin märällä puolella	Rikastushiekka
Punasuo-Lahnaslampi (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Moreeni Kallio	Moreeni Pohjasuodatin märällä puolella	Rikastushiekka (magnesiittirhk) $\phi = 36^\circ$ , koheesio 7.4 kPa Suodatinkangas
Vuonos (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Moreeni Kallio	Moreeni Pohjasuodatin märällä puolella	Rikastushiekka (magnesiittirhk) Suodatinkangas
Pyhäsalmen kaivos (Pyhäsalmi Mine Oy)	Moreeni Kallio	Moreeni Pohjasuodatin märällä puolella	Rikastushiekka Juuressa käänteissuodatin (D-allas)
Luikonlahti (Altona Mining Oy)	Kallioiden rajaama laakso (/moreeni)	Moreeni Louheverhous ulko- puolella	Rikastushiekka

## Kaivospatojen häiriötilanteita

Kaivospadoilla on ollut ainakin taulukko 6:ssa luetellut häiriötilanteet.

Taulukko 6. Kaivospadoilla tapahtuneet häiriötilanteet.

Kaivos /rikastamo	Vuosi	Häiriö	Korjaus
Ihalaisten kaivos (Nordkalk Oy Ab)	2002 2005 2006 2007 2012	Vuoto 2005 tiivistysrakenteen läpi 2007 perustuksen kautta	Savipaikkaus
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	2003	Vuoto	
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	2011	Ylivuoto. Lietevirtaus padon yli jäätäneessä altaassa	
Pahtavaaran kaivos (Lapland Goldminers Oy)	2011	Vuoto	Rakenteiden uudelleen rakentaminen
Pampalon kaivos (Endomines Oy)	2012	Häiriötilanne selkeytyksaltaan padolla, jossa suotovesiojaan purkautuvan veden määrässä havaittiin poikkeuksellinen muutos. Tutkimuksissa padosta ei löytynyt rakenteellista vikaa.	
Talvivaara Talvivaara Oy	2012 2013	Vuoto (kipsisakka-allas)	
Kemin kaivos (Outokumpu Chrome Oy)	2013	Painuma (rikastushiekka-allas 7)	Rakenteiden uudelleen rakentaminen

## Havaittuja patoturvallisuuspuutteita, jotka voivat johtaa häiriötilanteisiin

### Suodatinrakenteet ja niiden puutteet

Suodatinkangasta on usein käytetty kaivospatojen suodatin- ja kuivatusrakenteissa. Valtaosaan vyöhykepadoista ja homogeenisista padoista (6/8) on asennettu suodatinkangas. Ainoastaan kahden kaivoksen padoissa on murskeesta tehty suodatin. Jos padon tiivistysrakenteessa on kalvo, ei padon läpi eikä perustuksen kautta tule suotovirtauksia, kun kalvo on ehjä. Tilanne saattaa muuttua, jos kalvon rakenteessa on suuria reikiä eikä suodatinrakennetta ole suunniteltu ja rakennettu huolellisesti.

Vesistöpadoissa suodattimen materiaali valitaan tiivistyssydämen rakeisuuskäyrän perusteella siten, että suodattimella on riittävä suotokapasiteetti ja suodatin estää tiivistyssydämen eroosion. Moreenisen tiivistyssydämen ja louhepenkereen väliin joudutaan rakentamaan mahdollisesti useampikin suodatinkerros. Lisäksi suodattimen tulee olla riittävän leveä, koska erilaisten materiaalien rajapinnassa tapahtuu joka tapauksessa maa-ainesten sekoittumista.

Suodatinkangasta ei normaalisti käytetä vesistöpatojen suodatinrakenteissa korvaamassa suodatinkerroksia, koska vaarana on suodatinkankaan tukkeutuminen ja huokosvedenpaineen nousu eikä suodatinkankaan pitkäaikaisesta kestävyyydestä ole varmuutta.

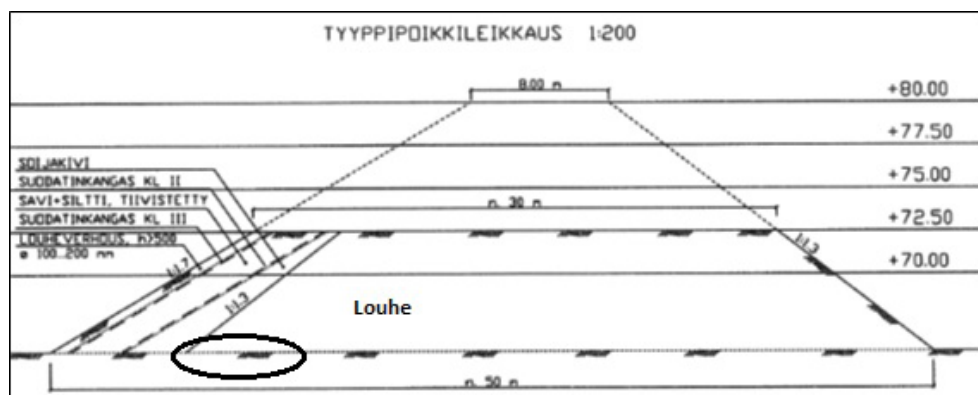
ICOLDin Bulletin 97 (Tailings dams. Design of drainage. 1994) antaa samat suositukset kiviaineksen suodatinkriteereille kuin vesistöpadoille. Bulletin kuitenkin mahdollistaa suodatinkankaan käytön antaen kuitenkin kankaan aukolle O90 kriteerin  $O90 < 0,6 d_{50min}$

Mahdollisia kohtia, joissa sisäinen eroosio voi alkaa ja kehittyä:

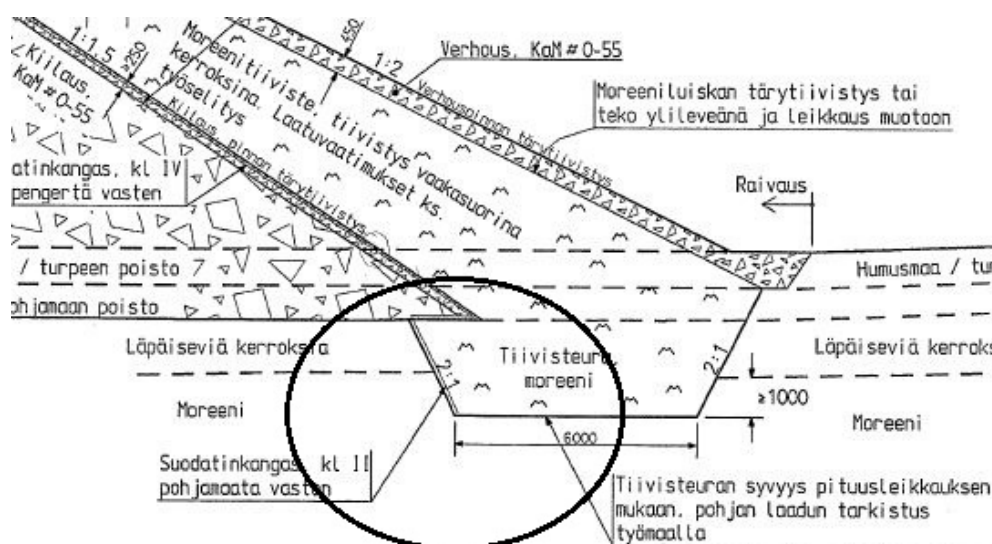
- Pohjasuodattimen puuttuminen pohjamoreenin ja louhepenkereen välissä (kuva 11),
- Moreenin ja louheen välissä on suodatinkangas, jonka rikkoutuminen aiheuttaa moreenin kulkeutumista louheen joukkoon (kuva 12),
- Dekantointikaivon purkuputki kulkee tiivistyssydämen läpi. Tiivistys on vaikeaa putken ympärillä. Putken ympärillä ei ole tiivistyslaippoja. Piping-sortuman mahdollisuus (Kemi, Nilsin kvartsi),
- Vanha rakenne on epämääräinen ja suodattimet on puutteellisesti rakennettu (kuva 7), (kuva 15).

Kevitsan rikastushiekka-altaisiin on rakennettu vaakasuodatin, mutta suodatinkerrokset näyttävät ohuilta (kuva 13).



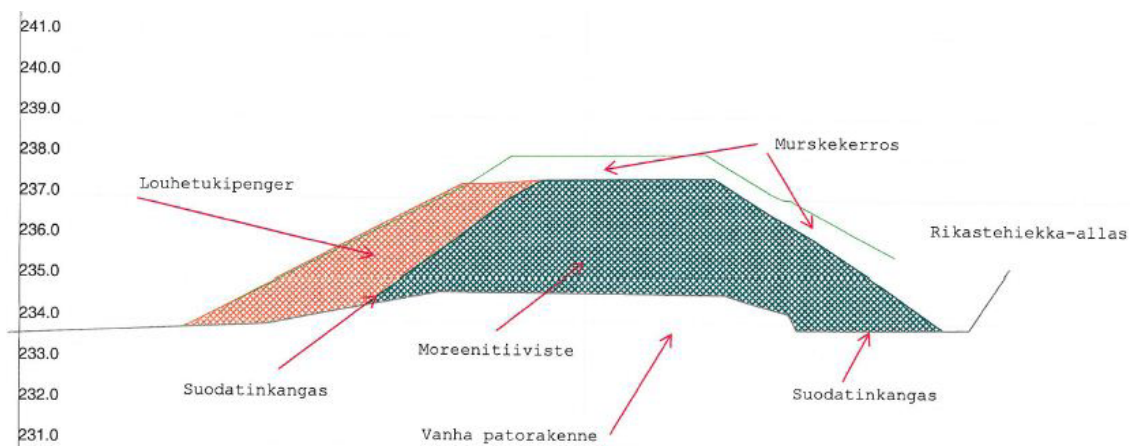


Kuva 11. Pohjamateriaalin (savisiltti) ja louheen välissä ei ole suodatinkerrosta, joka voi johtaa sisäisen eroosion kehittymiseen ja luiskan liukumiseen (Ihalaisen kaivos).



Kuva 12. Tiivistysmoreenin ja louheen välissä on suodatinkangas. Tässä tapauksessa louheen alla on läpäiseviä kerroksia, joissa voi tapahtua painumia. Kiilaus voi aueta ja suodatinkangas rikkoutua. Suotovirtaus voi tapahtua myös tiivistysuran ali, jolloin moreenin ja louhekerroksen välissä ei ole suodatinta. Onko oletettu, että läpäisevät kerrokset louheen alla toimii suodattimena? (Kemin kaivos)



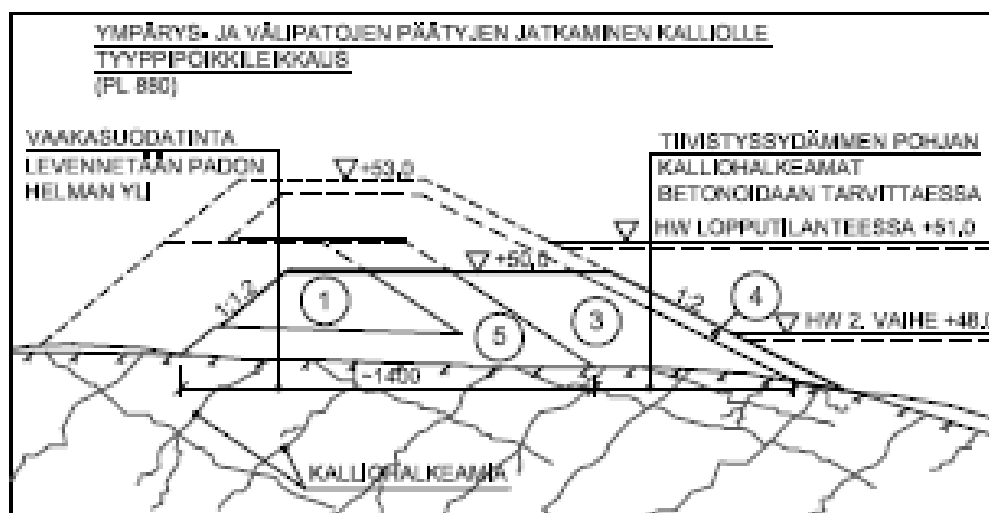


Kuva 15. Padon korotussuunnitelma. Vanhaa rakennetta ei ole kuvattu tai se ei ole tiedossa (Pahtavaaran kaivos).

### Perustus

Siilinjärven padot on perustettu kalliolle, moreenille ja kitkamaalajille. Suotovirtausnopeus on suurempi kitkamaassa kuin moreenissa, jolloin suotovesimäärät ovat suuremmat. Perustuksen kitkamaalaji voi olla syynä sisäiseen eroosioon.

Rikkinainen kallio voi aloittaa sisäisen eroosion prosessin (kuva 16).



Kuva 16. Sälven Kemiösaaren kaivospadon suunnitelma, jossa rikkinäinen kallio injektoidaan tarvittaessa.

### Rikastushiekalla korotettujen kaivospatojen ongelmia

Rikastushiekalla korotettujen kaivospatojen ongelmana ovat luiskanstabiliteetti-ongelmat. Suotovesi purkautuu luiskans pintaan ja huokosvedenpaine pienentää tehokkaita jännityksiä aiheuttaen varmuuslukujen pienenemisen sekä mahdollisesti paikallisia luiskasortumia (kuva 10).



Kuva 17. Pyhäsalmen kaivospadon luiska (15.11.2011).

Jos patoa korotetaan läjitettävällä materiaalilla, sitä voi erodoitua ympäristöön. Korotusmateriaalin pitää olla teknisesti soveltuvaa patorakenteeseen.

#### **Havaitut puutteet vs. häiriötilanteet**

Kaivospatojen häiriötilanteita tarkasteltaessa (taulukko 6) voidaan todeta, että vyöhykepadoilla ja moreenipadoilla tapahtuneissa onnettomuuksista kaikilla neljällä padolla (Ihalaisen, Pahtavaaran, Pampalon ja Kemin kaivokset) on suodatinrakenteessa suodatinkangas. Lisäksi Ihalaisen, Pahtavaaran ja Kemin kaivosten padoilla on todettu edellä suodattimen rakenteellisia puutteita.

Pampalon kaivoksen tiivistyssydän on tiivistetty liian suurina kerroksina (työselityksen mukaan max. 700 mm), joka voi olla syynä häiriötilanteisiin.

Talvivaaran patoja ei voida pitää perinteisinä vyöhykepatoina, joissa on moreeninen tiivistesydän. Talvivaaran kaivoksilla vain osassa padoista on kapea moreeninen tiivistyssydän.

## Liite 8: Kaivosten ja rikastamojen vastaukset sähkökatkosten hallitsemiseksi

Taulukko 7. Kaivosten ja rikastamojen vastaukset sähkökatkosten hallitsemiseksi.

Kaivos /rikastamo	Sähkökatkosten hallinta
Tytyrin kaivos (Nordkalk Oy Ab)	Louhoksen tilavuus on suuri, eikä sähkökatkos aiheuta ympäristövahingon vaaraa.
Ihalaisten kaivos (Nordkalk Oy Ab)	Sähkökatkoksen aikana suotovesien takaisinpumpaus ei toimi. Vesimäärät ovat pieniä.
Vammalan rikastamo (Dragon Mining Oy)	Ei toimintasuunnitelmaa. Tuotanto keskeytyy. Rikastushiekka-altailta peräisin olevat hule- ja suotovedet kerätään alueen länsipuolella olevaan ojaan. Ylivuoto Kovero-ojaan ja Ekojokeen. Tapani-myrskyn 2012 aikana 24 tunnin sähkökatko.
Jokisivun kaivos (Dragon Mining Oy)	Kaivoksen kuivanapito keskeytyy. Ei pidetä ongelmana
Oriveden kaivos (Dragon Mining Oy)	Kaivoksen kuivanapito keskeytyy. Ei pidetä ongelmana
Kemin kaivos (Outokumpu Chrome Oy)	Kaksi sähkölinjaa. Varalinja riittää turvallisuuden ylläpitämiseksi
Kevitsan kaivos (FQM Kevitsa Mining Oy)	Kaksi päämuuntajaa.
Nilsin kvartsi (Sibelco Nordic Oy Ab)	Varoallas, johon mahtuu prosessin vedet
Kylylahden kaivos (Altona Mining)	110 kV ja 20 kV:n linjat
Luikonlahden rikastamo (Altona Mining Ltd)	110 kV ja 20 kV:n linjat. Suotovesien pumpaus keskeytyy ja voi aiheuttaa vuotoja Retusen Petkellahteen
Laivan kaivos (Nordic Mines Oy)	Aggregaatit ja kaivinkoneisiin liitettävät pumput. Louhoksia tilapäisinä altaina. Katastrofiallas
Pahtavaaran kaivos (Lapland Goldminers Oy)	Sähkökatkokseilla ei vaikutusta
Punasuo-Lahnaslampi (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Sähkönvarasyöttöjärjestelmä. Altaisiin mahtuu 700 mm sade.
Vuonos (Mondo Minerals B.V. Branch Finland)	Dieselpumppuja.
Pyhäsalmen kaivos (Pyhäsalmi Mine Oy)	Pääverkko ja paikallisverkko. Polttoainetoimisia pumppuja
Siilinjärven kaivos (Yara Suomi Oy)	Rikastamo: piha-alueen vesien pumpaus. Pumpaus uudesta altaasta Raasion altaaseen. Ylimääräisen veden poistaminen kierrosta. Ylivuodon sulkeminen uuteen altaaseen => 1,5 Mm <sup>3</sup> lisäkapasiteettia. Kaivoksella aggregaatti.
Sälpä (Sibelco Nordic Oy Ab)	Lappojuoksutukset
Pampalon kaivos (Endominex Oy)	Varasähkölinja. Kaksi erillistä sähkönsyöttöjärjestelmää
Suurikuusikko (Agnico Eagle Finland Oy)	Varavoimageneraattoreita. Pumput ja venttiilit sulkeutuvat sähkökatkoksen aikana. Prosessin alasajaminen pitkällisten sähkökatkosten aikana. Pakkasella putkistojen huuhtelu varavoimalla
Talvivaara Talvivaara Oy	Sähkölinjat on rakennettu puuvarmoiksi. Kolme kiinteää dieselaggregaattia (1600/2000 kVA). Varoaltaissa on vapaata tilavuutta 12 tunniksi jona aikana varavoimakoneet käynnistetään liuoskierron ylläpitoa varten.

Stressitestin riskissä 5 kysyttiin kaivoksen valmiutta arvioida ongelmatilanteissa ympäristövaikutusten vakavuutta ja vaikutuksia (ekologiset ja ympäristöterveysriskit). Riskien arvioinnilla tarkoitetaan tässä arviointia, joka sisältää:

1. päästötapahatumien ja päästöjen vaikutuskohteiden tunnistamisen
2. päästöjen/haitta-aineiden ominaisuuksien, ympäristökäyttämisen ja niille altistumisen tarkastelun sekä
3. vaikutusten luonteen ja merkityksen määrittelyn (riskin kuvaus).

Ympäristövaikutukset voivat kohdistua luontoon ja sen toimintoihin (eliöstö ja ekologia), ympäristön laatuun (viihtyvyys- ja käyttöarvot) sekä ihmisten terveyteen kaivoksen ympäristössä. Vaikka riskien arviointi stressitestissä koskee erityisesti poikkeuksellisia tilanteita ja niiden ennakoimista, tulee arviointiin käytännössä sisältyä myös normaalityötoiminnan päästöjen ja niistä aiheutuvien ympäristövaikutusten tarkastelu.

Kaivoksilla, kuten monissa muissakin toiminnoissa, ympäristöriskejä ja -vaikutuksia on arvioitu pääsääntöisesti toiminnanharjoittajan valtuuttaman ulkopuolisen asiantuntijan toimesta. Siten kaivoksella itsellään ei ole välttämättä riittävästi ollut resursseja riskinarvioinnin suorittamiseen. Stressitestin riskitilannetta 5 koskevissa vastauksissa useimmat kaivokset ovat kuitenkin arvioineet varautumisensa olevan ”hyvää”, minkä on tulkittu myös olevan riittävää. Ympäristöriskinarvioinnin nykykäytäntöjen ja yleisen vaatimustason perusteella kaivosten omaa arviota voidaan pitää pääsääntöisesti oikean suuntaisena. Stressitestin arviointiryhmän näkemyksen mukaan, ja raportissa edellä esitetyn perusteella, kaivosten omaa riskinarviointiosaamista ja riskeihin varautumista olisi kuitenkin syytä vielä kehittää. Kehitystarpeet koskevat kaivostointia koskevan riskinarvioinnin osaamista myös muilla tahoilla ja tasoilla sekä ohjeistuksissa, joissa arvioinnin sisältöä ja vaatimustasoa ei ole tällä hetkellä yksiselitteisesti määritelty.

Seuraavassa on stressitestin arviointiryhmän näkemyksiä **ympäristöriskinarvioinnin yleisestä tavoitetasosta** kaivoksilla **poikkeustilanteiden hoitoa** varten, johon olisi hyvä pyrkiä.

#### Arvioitavat asiat

Yleensä poikkeustilanteessa on tarvetta arvioida päästöjen vaikutuksia erityisesti seuraavien vaikutuskohteiden kautta:

- Vesistöt: Vesistön pilaantuminen, haitta-aineiden kulkeutuminen ja leviäminen vesistössä, vaikutus kaloihin ja muihin vesieliöihin (vesiekosysteemi kokonaisuudessaan), vesistön rehevöityminen (yleistila)
- Maaperä ja pohjavesi: Päästöjen leviäminen kaivoksen ympäristöön maata tai pohjavettä pilaavasti ja sen seurannaisvaikutukset
- Ilma: Haitta-aineiden kulkeutuminen ilmaan ja leviäminen ilmassa, pitoisuudet lähiympäristössä ja niiden välittömät terveysvaikutukset, hajuhaitat
- Sosioekonomiset vaikutukset (mahdolliset vaikutukset virkistyskäyttöön, omaisuuden arvoon ja elinkeinotoimintaan)

### Tarvittava osaaminen

Tavoitetilassa kaivoksella on sen toiminnan luonteeseen (päästötyypit ja riskit, kaivoksen sijainti) ja laajuuteen nähden (kaivoksen koko) riittävästi omaa osaamista ja henkilökuntaa, joka pystyy arvioimaan toiminnasta aiheutuvia ympäristö- ja ympäristöterveysriskejä. Tämä tarkoittaa, että tiimi/henkilöt osaavat tunnistaa toimintansa merkittävimmät ympäristöpäästöt normaalitoiminnan aikana ja mahdollisissa poikkeustilanteissa sekä pystyvät arvioimaan vähintään alustavasti niiden aiheuttamia vaikutuksia. Riskien ja haittojen arvioinnissa tarvittava osaamisen taso ja syvyys riippuu kaivoksesta (kaivostoiminnan luonne, kaivoksen koko jne.), mutta perusosaamista tulisi olla kaikilla kaivoksilla. Henkilökuntaa asian toteuttamiseen olisi oltava tarpeeseen nähden riittävästi (myös varamiehet).

*Ekologisten riskien* arviointiin tarvitaan osaamista ekotoksikologiasta ja kvantitatiivisen riskinarvion menetelmistä (mm. viitearvojen käyttö ja tulkinta), tietoa/ymmärrystä oman kaivoksen prosesseista ja päästöistä ympäristöön, tietoa lähiympäristöstä (luontotyyppit ja vesistön luontainen tila) sekä näkemys siitä, miten päästö voi pilata ympäristöä ja kuinka haitallisia ympäristövaikutukset voivat olla lyhyellä ja myös pidemmällä aikavälillä. Tähän kuuluu arviot päästöjen kulkeutumisesta, haitta-aineiden mahdollisesta sitoutumisesta ja rikastumisesta elolliseen ja elottomaan luontoon sekä aineiden muuntumisesta.

*Terveys- ja viihtyvyyshaitan* arviointiin tarvitaan osaamista toksikologiasta (aineiden haitalliset ominaisuudet, haittojen annos-vastetulkinta, todettujen mittaustulosten tulkinta ja käyttö riskinarvioon) sekä terveysriskinarvion menetelmistä (altistumislähteet, -reitit, kvantitatiivinen altistumisen arvio ja riskin kuvaus; turvamarginaalit haitallisiin tasoihin, riskin todellinen suuruus).

*Sosioekonomisten vaikutusten* arviointiin tarvitaan tietoa kaivoksen ympäristön ominaisuuksista, käytöstä ja omistussuhteista suhteessa päästöjen vaikutusalueeseen sekä näkemystä ympäristövaikutusten luonteesta ja merkityksestä alueen asukkaille ja muille sidosryhmille sekä alueen yleisille käyttöarvoille.

Tavoitteena pitäisi olla, että alustavan arvion perusteella kaivoksen oma tiimi/henkilöt osaavat arvioida mahdollisten välittömien riskinhallintatoimien tai lisäselvitysten tarpeen ja tarvittaessa käynnistää perusteellisemman riskinarvioinnin ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa. Lisäksi he pystyvät koordinoimaan arvioita/selvityksiä paikanpäällä.

Jos kaivoksella ei ole riittävästi omaa osaamista edes alustavan riskinarvion suorittamiseen, sen käytössä tulee olla kaivoksen hyvin tunteva riskinarvioinnin asiantuntijataho sekä menettely, jonka avulla riskinarvioinnin tarve voidaan nopeasti tunnistaa ja varmistaa asiantuntija-avun saaminen viipymättä kaivoksen käyttöön. Tällainen taho voi olla esim. yhtiön sisäriskinarvio, emoyhtiö, konsulttitoimisto tai muu asiantuntijalaitos.

Tämän lisäksi on tärkeää, että kaivoksella on avoin ja toimiva yhteistyö kaivostoiminnasta vastaavien viranomaisten kanssa, joita pidetään poikkeustilanteessa ajan tasalla ja joiden näkemykset huomioidaan riskinarvioinnissa.

## Arviointimenettely

Poikkeustilanteessa suoritettua alustavaa riskinarvioinnin johtopäätöksenä esitetään perusteltu näkemys vaikutusten merkittävydestä/hyväksyttävyydestä ympäristö-osakohtaisesti ja siitä, onko kohteessa tarve:

- päästöjen nopeaan vähentämiseen ja / tai muuhun välittömään riskinhallintaan
- lisätutkimuksiin ja / tai -selvityksiin (esim. kohdemittaukset)
- riskinarvioinnin muunlaiseen tarkentamiseen (esim. mallinnus) tai
- muihin toimenpiteisiin.

Poikkeustilanteen akuutin vaiheen mentyä ohi, sen pitkäaikaisvaikutukset arvioidaan yksityiskohtaisemmin, jolloin arviointia tarvittaessa myös laajennetaan. Tällöin riskinarviointiin on syytä saada riittävä osaaminen ja asiantuntijaresurssit, joilla tilanteen vaatima perusteellinen riskinarvio voidaan luotettavasti toteuttaa.

Sekä alustavassa että perusteellisemmassa riskinarvioinnissa arvion dokumentoinnin tulee olla selkeää ja sisältää yksityiskohtaiset kuvaukset arvioinnin tavoitteista, rajauksista, lähtötiedoista, käytetyistä menetelmistä ja tuloksista sekä todetuista riskeistä.

Ympäristö- ja terveystarkkailun arviointia on kuvattu yleisesti mm. pilaantuneen alueen riskiarviointia ja -hallintaa käsittelevässä ympäristöhallinnon ohjeessa (Ympäristöministeriö 2013) sekä kaivosympäristöön liittyen MINERA-hankkeen loppuraportissa (Kauppila ym., 2013).

## Ohjeistus ja harjoittelu

Riskinarvioinnin suorittamiseksi kaivoksella tulisi olla käytössä menettelytapaohje. Riskinarviointia olisi syytä myös harjoitella.

## Kirjallisuusviitteet:

- Kauppila, T. (ed.), Komulainen, H. (ed.), Makkonen, S. (ed.) & Tuomisto, J. (ed.). 2013. Metallikaivosalueiden ympäristöriskinarviointiosaamisen kehittäminen: MINERA-hankkeen loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 199, 2013. ([http://arkisto.gtk.fi/tr/tr\\_199.pdf](http://arkisto.gtk.fi/tr/tr_199.pdf))
- Ympäristöministeriö 2013. Pilaantuneen alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta. Ympäristöhallinnon ohjeita. LUONNOS 10.9.2013



## Liite 10: Kaivoskohtainen arviointi, Ihalaisen kaivos

### Ihalaisen kaivos

*Kaivos louhii kalkkikiveä tehdasalueella sijaitsevasta avolouhoksesta. Louhittu kalkkikivi kuljetetaan kivenkäsittelylinjaan murskattavaksi ja lajiteltavaksi. Lajiteltu kiviaines ohjataan jälkimurskaukseen, jonka jälkeen lopputuotteet lajitellaan kokonsa ja laatunsa mukaan ja toimitetaan rikastamoille, kalkkitehtaalte sekä sementtitehtaalte. Rikastus tapahtuu kalsiitti- ja wollastoniittirikastamoissa. Rikastamoiden päätuotteet ovat paperiteollisuuden raaka-aineeksi käytettävä kalsiittirikaste sekä kuivakalsiitti- ja wollastoniittituotteet, joita käytetään pääosin muovi-, maali- ja keraamisessa teollisuudessa.*

Altaiden kunnon tarkistus tehdään kolmesti päivässä. On hyvä, että mittaustiedot kirjataan ja että suotovesikaivoissa on hälytysmenettely. Kaivoksella on useita järjestelmiä poikkeustilanteiden varalle ja aktiivista seuranta. Mikäli pois-laskettavan veden viipymä altaissa on riittävä myös poikkeuksellisten sateiden aikana, voi veden tehdasalueelta pois laskemista pitää varautumisena.

Ympäristövahingon vaaraa aiheuttavat tilanteet ja niihin liittyvät päästöt/aineet on kuvattu stressitestikyselyn vastauksessa. Onnettomuuksiin on myös varauduttu (kemikaalionnettomuudet) ja niiden hoitoa harjoiteltu. On epäselvää, miten perusteellisesti päästöt ilmaan on selvitetty ja arvioitu (pöly, melu). Prosessivesien koostumusta on vaikea arvioida ilman lisätietoa (esim. aineita tai seurantatietoja ei ole mainittu), mutta jos kaivoksen oma arvio on oikea (eli vedet eivät sisällä haitallisia aineita), riski lienee kaikkineen pieni. Vesien laatu-tietojen esittäminen hiukan yksilöidymmin olisi kuitenkin ollut suotavaa.

Rikastushiekan ominaisuudet tunnetaan. Se on ympäristökelpoista sivutuotetta, joka on hyödynnettävissä kaivosalueella ja sen ulkopuolella. Sähkökatkoihin on käytännössä varauduttu ainoastaan hätäjuoksutusmahdollisuuksiin, normaalitilannetta ei ole tämänhetkisen varautumisen perusteella tarkoitukseen varmentaa pumppauksien osalta. Mikäli ulosjuoksutettavassa vedessä ei ole epäpuhtauksia, niin varautumatta jättäminen on perusteltua.

Kaivoksella on käytössä ympäristö- (ISO 14001), laatu- (ISO 9000) ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät (OHSAS 18001). Raportointia kaivoksen ulkopuolelle ei vastauksessa kuvata, eli miten menetellään ja missä tilanteessa. Ympäristöriskejä arvioidaan ja päivitetään säännöllisesti, yrityksen oman ja konsernin henkilöstön toimesta/kanssa. Työntekijöiden tiedonsaannista ja tiedottamiseen liittyvästä koulutuksesta tai harjoittelusta on vaikea tehdä vastauksen perusteella johtopäätöksiä, toiminta näyttäisi olevan esimiesten antaman ohjeistuksen varassa. Kriisiviestintäohjeistus on olemassa, mutta vastauksesta ei käy ilmi, missä tilanteissa viestitään ja kenelle.

### Jokisivun kaivos

*Jokisivun kaivokselta louhitaan kultamalmia maanalaisesta kaivoksesta. Louhittu kultamalmi nostetaan maanpinnalle varastokasoihin, joista se kuljetetaan edelleen rekka-autoilla yhtiön Sastamalassa sijaitsevalle Vammalan rikastamolle. Louhittu sivukivi hyödynnetään maanalaisten louhosten täytöissä tai läjitetään maanpinnan sivukivikasalle. Kaivosalueella on lisäksi kaksi loppuun louhittua avolouhosta, Kujankallio ja Arpolan. Arpolan avolouhos on täytetty sivukivellä louhinnan loputtua.*

Kaivoksella on melko pienet vesimäärät eikä patoja. Kaivoksella ei synny rikastushiekkaa koska malmia ei rikasteta kaivoksella. Kaivos on arvioinut ympäristölle vaaraa aiheuttavat päästöt vähäisiksi, tärkeimpinä polttoaine- ja öljyvuodot vesiin ja räjähdysaineista liuennut tyyppi. Kaivosalueen vesien kemiallista laatua analysoidaan sisällöltään kattavasti (perusteellinen analyysi kuivatusvesistä kuukausittain). Yllätysten välttämiseksi ja kaivoksen omaksi hyödyksi kannattaisi analysoida myös uraani kuivatusvesistä. Neljä selkeytysallasta ja riittävä pumppauskapasiteetti takaavat todennäköisesti sen, että varautuminen on riittävää. Kaivoksen selkeytysaltailla on reaaliaikainen virtaamamittaus, joka on otettu käyttöön kaivoksen omasta aloitteesta. Kaivos on itse suunnitellut lisäksi typen ja kiintoaineen jatkuvatoimista mittausta purkuvesille. Mahdollisesti suurin ympäristöriski sivukiven läjitysalueilta luontoon virtaavat hulevedet, sillä niitä ei tarkkailla. Sivukiven ei kuitenkaan pitäisi olla hapoa muodostavaa. Maanalainen kaivos toimii tarvittaessa vara-altaana vesille.

Kaivos ei ole varautunut sähkökatkoksiin, koska kaivoksen kuivanapitovedet alkavat sähkökatkotilanteessa kertyä kaivokseen, eivätkä siten pääse välittömästi ympäristöön. Vaikka vesi seisoisi kaivoksessa pitempäänkin, sivukiven ympäristökelpoisuuden vuoksi ei isoja muutoksia veden koostumuksessa ole odotettavissa, tosin seisoen veden laatu olisi syytä tarkistaa ennen sen pumppausta ja varmistaa, että selkeytysaltaiden kapasiteetti riittää katkoksen jälkeisessä pidemmässä pumppauksessa kiintoaineen laskeutumiseen.

Kaivoksella on käytössään omia sisäisiä turvallisuusjärjestelmiä, ei kuitenkaan sertifioituja toimintajärjestelmiä. Ympäristöönnettomuudet ja vaaratilanteet raportoidaan raporttipohjalle ja tutkitaan, miksi vahinko sattui, korjaustoimille tehdään suunnitelma ja asia käydään kaivoksella läpi. Vastauksesta saa kuvan, että kaivoksella on riittävä oma osaaminen ongelmatilanteiden tunnistamiseen. Varsinainen yksityiskohtaisempi arviointi, mm. riskin arvio perustuu emoyhtiön asiantuntijoihin ja muuhun ulkopuoliseen asiantuntijaverkostoon, joka näyttää kattavalta. Kaivoksen koon ja toiminnan luonteen huomioiden tämä näyttää toimivalta järjestelyltä. Kaivoksella on ohjeistus poikkeus- ja häiriötilanteiden varalta. Kaivoksen organisaatio on pieni, mikä helpottaa tiedonkulkua. Tiedotus kaivoksen ulkopuolelle on kuvattu viranomaisvetoisena. Kriisitiedottamisesta päätetään tapauskohtaisesti konsernin tasolla. Parannusehdotuksena esitetään määrääjain järjestettävää lisäkoulutusta, mikä on hyvä asia.

## Liite 12: Kaivoskohtainen arviointi, Kemi

### Kemin kaivos

*Vuodesta 2006 lähtien malmia on louhittu maanalaisesta kaivoksesta. Louhittu kromiittimalmi rikastetaan pala- ja hienorikasteeksi. Malmin rikastus perustuu kromiitin ja sivukiven ominaispainoeroihin, eikä rikastusprosessissa käytetä kemikaaleja, lukuun ottamatta veden selkeytykseen käytettäviä flokkulantteja. Prosessissa syntyvä rikastushiekka pumpataan ja sijoitetaan rikastushiekka-altaisiin. Kemin kaivoksen päätuotteet ovat hienoja palarikaste, jotka toimitetaan jatkojalostettavaksi Tornion ferrokromitehtaalle. Tyhjiin louhitut louhokset täytetään maan alla syntyvällä sivukivellä sekä maan päälle läjitetyillä sivukivillä ja rikastuksessa syntyvällä palakivellä.*

Malmityypistä ja gravimetrisestä rikastusprosessista johtuen kaivoksen toiminta ei aiheuta merkittävää ympäristöriskiä. Kaivoksella on kartoitettu toiminnan riskit ja tehty riskianalyysit, joita myös päivitetään säännöllisesti. Myös vaikutuksia purkuvesistössä on arvioitu esim. fosforin ja eliöstön osalta. Ympäristöriskit eivät todennäköisesti ole merkittäviä. Olennaista on prosessivesien hyvä laatu.

Päästöjä seurataan sekä rikastushiekka-altaan suotovesikaivosta että kaivoksen alapuolisista tarkkailupisteistä. Lisänäytteenottoon mahdollisissa poikkeustilanteissa on varauduttu. Tämä vaikuttaa riittävältä ottaen huomioon vesien hyvän laadun. Kaivoksella on ympäristöasioissa raportointijärjestelmä, jonka mukaan ympäristön poikkeustilanteissa toimitaan. Tarvittaessa siirrytään tehostettuun tarkkailuun ja näytteenottoon. Jatkuvaa toimintaa seurataan rutiinitarkkailuohjelmalla. Pölypäästöistä ei vastauksessa ole mainintaa. Vastauksen mukaan rikastushiekan ja sivukiven ominaisuuksia on tutkittu ja niitä seurataan myös jatkossa. Kemiallisen koostumuksen muutoksia pidetään vähäisinä.

Kaivoksen sähkönsyöttö on kahdennettu, toinen linja on varalla. Varalinjan kapasiteetti ei ole varsinaisen tasolla, mutta sillä voidaan pitää mm. kaivoksen kuivatusvesien poistoa käynnissä. Molempien linjojen samanaikaiseen vaurioitumiseen ei ole varauduttu, varavoimaa ei löydy kaivokselta. Varautuminen vaikuttaa riittävältä riskeihin suhteutettuna.

Kaivoksella on ympäristövastaava ja Tornion tehtaiden kanssa yhteinen ympäristöpäällikkö. Kemin ja Tornion tehdasalueilla on sertifioidut laatu- ja ympäristöjärjestelmät. Siten laatujärjestelmien mukainen toiminta on tuttua. Järjestelmällä kokonaisuudessaan todennäköisesti havaitaan, todetaan ja rekisteröidään poikkeustilanteet päästöissä. Kaivoksella on panostettu päästöjen ympäristövaikutusten arviointiin, mutta vastauksessa ei tuoda esille osaamista ja valmiutta toiminnan ympäristöterveysvaikutusten arviointiin (viihtyvyys- ja terveystekijät). Koulutustilaisuudet ja viikkopalaverikäytännöt ovat hyviä tiedonvälityskanavia. Ohjeiden määrästä päätellen viestintään on kaivoksella paneuduttu hyvin. Kriisiviestintäohje on olemassa. Viranomaisia todetaan tiedotettavan pienistäkin asioista ja heidän kanssaan sovitaan tiedottamisesta tarvittaessa ympäristön väestölle.

### Kevitsan kaivos

*Malmi louhitaan avolouhoksesta. Sivukivi kuormataan sivukivialueelle. Malmi rikastetaan vaahdottamalla ja rikastuksen lopputuotteena syntyy kahta mineraalista sulfidirikastetta, joiden pääarvoaineita ovat nikkeli ja kupari. Muita arvoaineita ovat koboltti, platina, palladium ja kulta. Rikin rikastuksella eliminoidaan rikastushiekan mahdollinen hapon muodostus erottamalla korkearikkinen rikaste matalarikkisestä jätteestä.*

Seuranta on kaivoksella kattavaa ja osin reaaliaikaista (jatkuvatoiniset virtaamamittaukset ja vesitasemallinnus). Yhtiöllä on myös oma sääasema ja kaivoksella on tehty hydrologisia mallinnuksia. Altaiden kapasiteetti vaikuttaa hyvin tarkkaan lasketulta ja onnettomuustilanteita on mallinnettu. Yhtiö on itse nähnyt keinoja parantaa entisestään toimintaansa lumen vesimääramittauksilla. Haitta-aineiden tarkkailu vaikuttaa hyvin kattavalta ja ympäristölaatunormit on huomioitu tuloksien tarkastelussa. Sulfaattipitoisuuksien kasvu on huomioitu, mutta sen ei arvioida aiheuttavan ongelmaa virtaavassa vedessä. Rikkiä poistetaan (rikkikiisuna) rikastushiekasta haponmuodostuspotentiaalin pienentämiseksi. Radioaktiivisten aineiden määriä on tarkkailtu mittaamalla vesijakeista, joka on hyvä asia. Vahingonvaaraa on selvitetty erittäin hyvin. Vesien hallinnan osalta allaskapasiteetin on todettu riittävän viikoiksi, mikä lienee riittävä varomäärä ainakin sateiden/sulamisvesien osalta. Vastauksesta ilmenee, että mikäli patovaurion uhka toteutuisi, kaivoksella ei ole käsitystä akuutista /pitkäaikaisista vaikutuksista luontoon. Vaikutusarvioita todellisissa poikkeustapauksissa (esim. allasvuoto) ei ole käsitelty eikä riskinhallintakeinoja näihin tilanteisiin ole juuri esitetty. Vaikutukset tällaisissa poikkeustilanteissa voisivat olla isoja, koska vesien laatu ei ole erityisen hyvää.

Kaivoksella on ympäristölaatuja järjestelmänä käytössä ISO 14001. Pintavesien näytteen tarkkailu päivittäin, viikoittain ja 4 kertaa vuodessa vaikuttaa kattavalta, mutta pohjavesivaikutuksia havainnoidaan vain neljännesvuositasolla. Tämä ei riitä pohjarakennemuutosten havaitsemiseen ajoissa. Kaivoksen sivukiven ominaisuudet ovat tiedossa ja niitä käsitellään sen mukaisesti. Suotovesien laatua tarkkaillaan. Rikastushiekan koostumusta analysoidaan ja seurataan ja siihen liittyviä muutoksia arvioidaan kaivoksella koko ajan.

Omia varavoimakoneita ei kaivoksella ilmeisesti ole. Sähkönsyöttö on varmistettu kahdentamalla päämuuntaja, joten oman muuntajan rikkoutuminen ei vielä aiheuta pitkäkestoista sähkökatkosta. Muista syistä johtuva sähkönsyötön katkeaminen sen sijaan voi aiheuttaa ongelmia. Altaiden varakapasiteetti antaa pelivaraa varavoimakoneiden hankintaan, mutta tällöinkin pitäisi olla selvillä, mistä koneet saadaan.

Ongelmatilanteissa raportoinnin selkeä ketjutus ja riskikartoitus ovat tehtyinä. Hyvästä varautumisesta huolimatta vastauksessa kerrotaan vielä toimintatavan parantamisesta, eli kriisinhallintasuunnitelman luomisesta. Kaikki ympäristöön kohdistuvat vaara- ja onnettomuustilanteet raportoidaan talon sisällä ja tilanteesta riippuen viranomaiselle (mikä on ilmoitusherkkyyks). Suoritetaan oma tutkinta ja päätetään toimenpiteet, aikataulu ja vastuuhenkilö ja korjaavien toimenpiteiden toteuttaminen valvotaan. Ongelmatilanteissa kaivoksen sisällä toimitaan tehdyn suunnitelman mukaisesti, joka vaikuttaa kattavalta. Kaivoksella näyttää olevan pohdittu kattava systeemi ulkopuolelle tiedottamiseen eri tilanteissa. Vastauksista muihin kysymyspatteriston kysymyksiin voi päätellä, että reagointi-, ilmoitus- ja tiedotuskynnys on matala. Järjestelmää ei ilmeisesti ole ollut kuitenkaan tarvetta toistaiseksi vakavasti testata ja toimintaa harjoitella, koska asiasta ei ole mainintaa.

### Kittilän kaivos (Suurikuusikko)

*Maanalaisesta kaivoksesta louhittava malmi on sulfidipitoista kultamalmia, joka rikastetaan vaahdottamalla ja autoklaavihapetuksella kaivoksen yhteydessä olevalla rikastamolla kultarikasteeksi. Päätuote on kulta, sivutuotteita ei muodostu. Rikasteesta kulta erotetaan kemiallisen käsittelyn ja elektrolyysin avulla metalliseksi kullaksi. Syntyvästä sivukivestä osa käytetään hyötykäyttöön mm. patoalueiden ja teiden rakentamiseen ja loput läjitetään kaivospiirin alueelle. Kaivoksella on käytössä kaksi rikastushiekka-allasta: 1) NP3-allas, johon läjitetään vaahdotuksen jälkeinen neutraloitu hiilirikaste ja sulfidivaahdotuksesta jäljelle jäänyt, neutralointipiirin läpi tullut rikastushiekka sekä vastavirtapesupiirin pesuvesistä saostetut metallihydroksidit sekä 2) CIL2-allas, johon läjitetään CIL-piirin rikastusliete.*

Säätilastojen seuranta on hyödyllistä, koska omaa sääasemaa ei ilmeisesti ole. Säätilastojen pitkäaikainen vertailu altaiden vesipintojen ja juoksutusmäärien kanssa auttaa osittain ennakoimaan muutoksia tulevaisuudessa. Pohjavesien seuranta vaikuttaa kattavalta. Yleisesti hydrologisten olosuhteiden tarkkailu vaikuttaa kattavalta, vaikka tarkkailutiheyksistä ja menetelmistä (esim. online-mittaukset) ei olekaan esitetty tarkkaa kuvausta.

Valumavedet, kuivatusvedet ja prosessikierron vedet pidetään kaivoksella selvästi erillään toisistaan. Altaiden kapasiteettien suunnittelua tehdään pitkällä aikavälillä. Vesienhallinta tuntuu olevan mahdollista myös poikkeustilanteissa ja altaissa vaikuttaa olevan varakapasiteettia riittävästi.

Malmia ja sivukiveä on analysoitu radioaktiivisten aineiden osalta, mutta rikasteista, rikastushiekoista tai vesijakeista kannattaisi myös analysoida radioaktiivisten aineiden (U, Th (Ra, Po, Pb)) pitoisuudet. Nämä kannattaisi tarkistaa edes kerran, koska suurilla louhintamäärillä rikastusprosessi saattaa konsentroida radioaktiivisia aineita johonkin jakeeseen, vaikka lähtöpitoisuudet malmissa ja sivukivessä olisivatkin alhaisia. Riskinhallinta sivukivien läjitysalueella on suunniteltu tarkoituksenmukaisesti.

Kaivos näyttää arvioineen ja tunnistanee tilanteet, joista aiheutuu ympäristölle riskejä. Kaivos seuraa hyvin suurta määrää epäorgaanisia ja muita aineita päästöinä. Kuvauksen mukaan kaivoksella on rakenteilla Vastuullisen kaivostoiminnan järjestelmä (RMMS), joka sisältää mm. ISO 14001 ympäristöjärjestelmän ja ICMC syanidinhallintajärjestelmän. Järjestelmän valmiusaste ei vastauksesta käy ilmi, mutta valmistuttuaan järjestelmä on kattava, ja on edellyttänyt mm. kaivokseen liittyvien ympäristöriskien arviointia. Kaivoksella on kattava sähköinen järjestelmä vaara- ja onnettomuustilanteiden raportointiin ja tutkintaan, mikä pitää sisällään myös ympäristövahingot.

Sähkökatkotilanteessa haitalliset aineet voidaan varavoiman avulla pumpata niille tarkoitettuihin altaihin. Kaivos on myös tunnistanut tilanteen, jossa sähkökatko tapahtuu talvisaikaan kylmällä säällä, jolloin putkistojen jäätyminen voi aiheuttaa ongelmia. Lisää varavoimaa on vastauksen perusteella rakenteilla, joten sähkökatko ei vastauksen perusteella aiheuta kaivoksella ympäristöongelmia. Pumppujen ja venttiilien automaattisulku estäneet suuremmat vuodot rikastamolta eikä altaiden ylitäytyminen vaikuta todennäköiseltä.

Kaivos kuvaa käyttävänsä ekologisten ja ympäristöterveysriskien arvioinnissa oman paikallisen osaamisensa lisäksi konsernin asiantuntijoita ja ulkopuolisia toimijoita ja suunnittelijoita. Kaivos on kooltaan isohko ja lukumääräisesti kaivoksen omaa henkilökuntaa ympäristöasioissa on useita, mukaan lukien määräaikainen konsultti. Viestinnän koulutus ja harjoittelu on vastauksessa mainittu, mikä on hyvä asia. Kaivoksen johtoryhmä on mukana tiedotusprosessissa. Viranomaisyhteistyö on mainittu vastauksessa ja tiedotus muutenkin vastauksen perusteella näyttäisi olevan hyvin prosessoitu ja valmiiksi mietitty tilanteiden varalta.

Kaivos on priorisoinut ulkoisessa tiedottamisessaan ihmisten turvallisuuden ja ympäristövahinkojen minimoimisen, eli oikeat asiat. Kaivoksella on toimintamalli (ilmeisesti kirjallinen), jonka mukaan toimitaan. Lähialueen asukkaisiin on varauduttu ottamaan tarvittaessa yhteyttä myös henkilökohtaisesti, eli heidät on huomioitu poikkeustilannetiedottamisessa. Tiedottamiseen median kautta on varauduttu hyvin: yhteystiedot ovat valmiina, samoin tiedotepohjat.

## Kylylahden kaivos

*Maanalaisesta kaivoksesta louhitaan kuparia, kobolttia, nikkeliä, sinkkiä ja kultaa sisältävää malmin. Malmin kuljetetaan louhoksesta lastauksen jälkeen maapinnalla sijaitsevalle malmin varastoalueelle, josta se kuljetetaan edelleen rekka-autoilla Luikonlahden rikastamolle. Maanalaisten tilojen kuivanapitovedet, malmin ja sivukiven varastointialueella sekä konttori- ja kunnossapitoalueilla muodostuvat sade- ja valumavedet kootaan ja käsitellään ennen niiden johtamista viemäriä pitkin Polvijärveen.*

Kaivos seuraa normaalisti altaiden juoksutus- ja pumppausmääriä. Säätilastojen seuraaminen saattaisi olla hyödyllistä vesitaseen ennakoitavuuden parantamiseksi. Sääolosuhteiden ei arvioida vaikuttavan paljoa kuivatusveden määrään ja allaskapasiteetin määrä on huomioitu aluesuunnitelmassa. Yhtiö näkee itse mahdollisuuksia parantaa entisestään varautumista hydrologisiin ääritilanteisiin (mm. kiintoaineen tehostettu erottaminen maanalaisissa tiloissa). Kaivos kuvaa vastauksessaan potentiaalisesti haitallisimmat päästöt. Mikäli radioaktiivisia aineita ei ole koskaan analysoitu kaivoksen kuivatusvesistä, niiden tarkistaminen olisi paikallaan ja kaivos saisi asiaan liittyen hyödyllistä taustatietoa. Vastauksesta ei selviä, onko kaivokselta tulevaan meluun liittyvää riskiä selvitetty. Pölyn kuvataan rajoittuvan ainoastaan kaivospiiriin. Kaivoksella on käsiteltävästä ja ympäristöön purettavasta vedestä seurantarjestelmä. Lisäksi on omavalvontaa, jolla pyritään ennakoimaan muutoksia käsiteltävän veden laadussa ja siten ehkäisemään ympäristökuormitusta. Tällä on mahdollista havaita epänormaali veden laatu ja estää poikkeuksellista kuormitusta. Tarkkailupisteiden määrän arvioidaan olevan riittävän. Myös pölylaskeumaa ja -leijumaa seurataan.

Kaivoksen sivukivet lajitellaan haponmuodostuskyvyn mukaan kahteen luokkaan, happoa muodostaviin ja happoa muodostamattomiin sivukiviin. Kaikki sivukivet palautetaan kaivoksen toiminnan aikana kaivostäyttöön eikä niiden muuntumista seurata. Riskinä on, että mahdollisesti happamat ja metallipitoiset vedet päätyvät kalliopohjaveteen. Vastauksesta ei käy ilmi, miten pitkään happoa muodostavat sivukivet ovat varastoituina maan pinnalla, eli voivatko ne aiheuttaa ympäristöriskejä.

Kaivos kertoo noudattavansa OHSAS 18001-työturvallisuusstandardin mukaista OHS-järjestelmää, joka on auditoitu. Se sisältää toimintaohjeet onnettomuus- ja hätätilanteisiin (mm. kemikaali- ja nestekaasuonnettomuudet). Koska kaivoksen vesimäärät ovat pieniä ja vesi melko hyvänlaatuista, riskit lienevät riittävän hyvin hallinnassa.

Kaivoksen toiminta loppuu sähkökatkon sattuessa, varavoimakoneita ei ole käytettävissä. Kahden sähkönsyötön avulla on varmistettu, ettei linjalle kaatunut yksittäinen puu katkaise sähköjä kokonaan, joten toiminta voi tällaisessa tilanteessa ainakin osittain jatkua. Pitkäaikaisen sähkökatkoksen seurauksena vettä kertyy maanalaiseen kaivokseen ja toisaalta maan pinnalla olevat altaat ovat melko pieniä, joten sähkökatkosta ei aiheudu merkittävää riskiä haitallisten aineiden leviämälle ympäristöön. Pitkän sähkökatkon jälkeen kuivanapitovesien pumppaukset ovat moninkertaiset normaalitilanteeseen verrattuna, joten altaiden kiintoaineiden erotuskyky voi tällaisessa tilanteessa heikentyä. Kaivoksella käytetään kiintoaineen erotuksen tehostamiseen flokkulanttia, jonka avulla altaiden erotuskykyä voidaan tarvittaessa säätää.

Kaivos listaa kattavan joukon yhteistyöverkostoa ongelmatilanteiden arviointiin, konsulttitoimistosta viranomaisiin. Yhteistyötä on myös muiden kaivosyhtiöiden ja asiantuntijalaitosten kanssa. Kaivoksella on myös oma käyttölaboratorio analyysien tekoon näytteistä. Tarvittaessa analyysit voidaan tehdä ja tulokset saada nopeasti.

Kaivoksen vastauksessa kuvataan tekninen valmius tiedottamiseen työntekijöille kaivosalueella poikkeustilanteessa, joka vaikuttaa riittävältä. Vastauksessa ei kuitenkaan kuvata, miten varsinainen tiedotus toteutetaan. Tiedottamissuunnitelmat ja -järjestelmä ovat vastauksen mukaan tekeillä, mutteivät vielä valmiita. Pelastusviranomaiset ottavat osaa suunnitelman tekemiseen. Vastuuhenkilöiden perehdyttäminen tiedotustoimintaan nähtiin kaivoksen vastauksessa parannustoimenpiteenä.



## Laivan kaivos

*Kaivos louhii kultamalmia avolouhoksesta. Malmi kuljetetaan avolouhoksesta kuorma-autoilla rikastamoalueelle murskattavaksi. Malmin murskauksen ja jauhatuksen jälkeen malmi rikastetaan vaahdotuksella, painovoimaerotuksella ja liuotuksella. Liuotus tehdään syanidiliuotuksella käyttäen CIL-prosessia. Prosessissa muodostuu kaksi eri rikastushiekkaa, jotka läjitetään erillisiin altaisiin. Louhinnassa muodostuvat sivukivet läjitetään sivukiven läjitysalueelle.*

Meteorologisten olosuhteiden kehittymisen seuranta tehdään ilmatieteenlaitoksen verkkopalvelun kautta. Sadannan seuraamiseksi tämä on varmaan riittävää, mutta oman sääaseman avulla saisi paikallisesti tarkempaa tietoa. Kaivoksella tehdään lumen määrän, vesiarvon ja sulamisen sekä pohjaveden pinnankorkeuden seuranta. Kaivos on esittänyt hydrologisiin ääritilanteisiin useita varautumista parantavia suunnitelmia, mikä on lähtökohtaisesti hyvä asia. Ylimääräinen juoksutus voi toki olla riittävä keino allas-/patovaurioiden estämiseksi, mutta sitä ei voi pitää ensisijaisena riskinhallintaratkaisuna poikkeustilanteiden varalle. Juoksutusten hyväksyttävyyteen vaikuttavat aina johdettavan veden määrä ja laatu ja purkuvesistön vastaanottokyky.

Kaivos näyttää tunnistaneen potentiaalisesti haitallisimmat päästöt ilmaan (mm. rikkiyhdisteitä, syaanivetyä), veteen (mm. syanidihdisteitä) ja maaperään. Myös radioaktiiviset aineet on selvitetty. Rikastushiekan kemialliseen muuttumiseen liittyviä riskejä ei vielä tunneta tarkasti, selvitykset ovat kesken. Rikastushiekassa on sulfidimineraaleja ja siten ilmeisesti potentiaalia happamien vesien muodostumiselle. Ehdotuksia varautumisen parantamiseksi on tunnistettu runsaasti (mm. jatkuvatoimiset vedenlaatumittaukset).

Tarkkailuohjelma painottuu sisäiseen valvontaan. Aineiden, joiden pitoisuuksien on havaittu vaihtelevan, tarkkailua on tehostettu. Näitä aineita ei kuitenkaan ole vastauksessa eritelty eikä tarkkailun alueellista kattavuutta esim. potentiaalisissa vuotosuunnissa ole esitetty. Hälytysrajat on asetettu alhaiselle tasolle, jotta voidaan reagoida nopeasti.

Pumppausasemien toiminnassa pitämiseen on olemassa sähkökatkotilanteiden varalta varavoimakoneet, mutta varavoimakoneiden kapasiteetti ei ole täysin kattava. Varautumisena mainitaan myös louhoksien käyttäminen vesialtaana, jos varavoimaa ei ole riittävästi käytettävissä sekä katastrofialtaat. Pitkäkestoisessa sähkökatkotilanteessa myös kemikaalipäästöt ilmaan ovat mahdollisia, mutta niitä ei kuitenkaan eritellä tarkemmin. Kemikaalien ilmapäästöjen ehkäisemiseksi varavoimaa tulee hankkia lisää.

Kaivoksella ei ole sertifioituja laatujärjestelmiä. Kaivoksella näyttää olevan tehtävänimikkeiden perusteella ympäristöosaamista ja tarvittaessa käytetään ympäristökonsulttia apuna ympäristövaikutusten arvioinnissa. Lisätoimenpiteenä varautumisen kohottamiseksi esitetään omien henkilöresurssien lisäämistä ja henkilökunnan lisäkouluttamista. Kaivos on ainoita, joka on tunnistanut henkilökunnan lisäkoulutuksen tarpeen ympäristövaikutusten arvioinnin suhteen.

Kaivoksella näyttää olevan valmius hoitaa sisäinen tiedotus ongelmatilanteissa. Henkilökuntaa on myös koulutettu mahdollisten onnettomuustilanteiden varalta. Julkinen tiedottaminen on keskitetty kaivoksella muutamalle henkilölle. Kaivokselle on valmisteilla internetpohjainen tiedotuskanava. Kaivos on varautunut tiedottamaan ongelmatilanteissa lähialueen asukkaille akuuteissa tilanteissa. Kerran vuodessa lähialueen asukkaille jaetaan turvallisuustiedote suuronnettomuuden varalta. Kaivos tiedottaa kattavasti poikkeus- ja ympäristöongelmista viranomaisille, kaikki keskeiset tahot on nimetty vastauksessa.

## Luikonlahden rikastamo

*Rikastamolla rikastetaan Polvijärven Kylylahdessa sijaitsevalta kaivokselta louhittua kupari-koboltti-malmia. Rikastamolla malmi esikäsitellään murskaamalla ja jauhamalla, jonka jälkeen se rikastetaan vaahdottamalla rikastuspiirissä. Rikastusprosessin tuotteina saadaan kupari-kultarikaste, sinkkirikaste, koboltti-nikkeli-rikaste ja rikkirikaste. Prosessissa muodostuu kaivannaisjätteenä rikastushiekkaa.*

Rikastamo seuraa altaiden vesipintoja, juoksutus- ja pumppausmääriä sekä lähintä säähavaintoasemaa. Säätilastojen pitkäaikainen seuraaminen olisi hyödyllistä vesitaseen ennakoitavuuden parantamiseksi verrattuna sadantaan ja sulamiseen. Alueella on riittävästi allaskapasiteettia myös poikkeustilanteiden varalle ja yhtiöllä on lupa tarvittaessa myös juoksutuksiin lupamääräysten täyttyessä, mikä lienee riittävää varautumista, olettaen että juoksutettavien vesien laatu on hyvää myös mahdollisessa poikkeustilanteessa.

Rikastamo on arvioinut toimintaansa melko hyvin riskien kannalta (tunnistaminen ja yleinen arvio vaikutuksista), tosin arvio on puhtaasti laadullinen, eikä sisällä yksilöityjä vedenlaatutietoja ja -arvioita. Ympäristön kannalta haitalliseksi arvioidut päästöt on nimetty ja niiden aiheuttamat vaikutukset ympäristöön arvioitu. Vastauksessa ei kerrota, analysoidaanko haitta-aineita myös pohjavesistä. Vastauksessa ei oteta kantaa päästöjen mahdollisiin terveyshaittoihin. Mikäli radioaktiivisia aineita ei ole koskaan analysoitu rikasteista, rikastushiekkoista tai vesijakeista, niiden tarkistamisesta rikastamo saisi hyödyllistä taustatietoa. Rikastamo näyttää tuntevan rikastushiekkaan/rikastushiekka-altaaseen liittyvät asiat ja potentiaaliset ongelmat. Rasitteena ovat aikaisemman kuparikaivostoiminnan tuottamat happamat ja metallipitoiset suotovedet. Lisätoimenpiteenä todetaan tarve tutkia jätealueen pitkäaikaiskäyttäytyminen, mikä on oikea ja relevantti tavoite.

Pitkäaikaisen sähkökatkon vaikutuksesta happamia ja metallipitoisia suotovesiä voi päästä ympäristöön. Rikastamolla ei ole kuitenkaan varauduttu pitkäaikaisiin sähkökatkosiin automaatiojärjestelmää lukuun ottamatta. Varavoimakoneen hankinta em. päästömahdollisuuden poistamiseksi on tarpeen.

Rikastamolla on käytössä ulkopuolisen tahon auditoima OHS-järjestelmä, jonka sisältö vastaa OHSAS 18001 vaatimuksia. Hätä- ja onnettomuustilanteisiin on olemassa omat ohjeet. Pelastussuunnitelman teon yhteydessä on tehty vaaranarviointi myös ihmisiin kohdistuvan vaaran osalta. Ongelmatilanteiden käsittelyyn on suunniteltu järjestelmä, jonka mukaan toimitaan. Yhtiöllä on oma laboratorio, joka voi analysoida nopeasti toiminnan kannalta olennaisia komponentteja. Vastauksessa kuvataan kattava verkosto yhteydenpitoon ongelmatilanteissa ja niiden selvittelyssä (konsulttitoimistot, viranomaistahot, asiantuntijalaitoksia). Järjestelmä on sama ja yhteinen kuin Kylylahden kaivoksella.

Vastauksessa kuvataan tekninen valmius tiedottamiseen työntekijöille kaivosalueella poikkeustilanteessa. Kirjallisen tiedotussuunnitelman laatiminen, harjoittelu ja vastuuhenkilöiden perehdyttäminen on mainittu toimenpiteenä varautumisen parantamisessa. Rikastamolla näyttää olevan suunnitteilla ohjeistus tiedottamisesta ulkopuolisille tahoille poikkeustilanteissa. Tarkoituksena on tehdä ohjeistus yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa.

## Nilsinän kaivos

*Toiminta koostuu kvartsiittimineraalin louhinnasta avolouhoksesta, murskauksesta, rikastuksesta, rikasteen kuivauksesta sekä jatkojalostuksesta. Kvartsiittia louhitaan kahdesta eri kaivoksesta (Lasivuoren ja Kinahmin kaivospiirit), joiden välinen etäisyys on noin kolme kilometriä. Rikastus tehdään vaahdottamalla. Rikastusprosessin tuloksena muodostuu raekooltaan neljä tuotetta, joista kaksi hienointa puhdistetaan vaahdottamalla. Jatkojalostustehtaalla tuotetaan ja säkitetään erilaisia tuotteita (esim. lasinvalmistuksessa käytettävä kvartsihiekkä), joihin lisätään tarvittaessa pieniä määriä tuontiraaka-aineita. Rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen ja sivukivi läjitetään sivukivialueelle tai käytetään kaivosalueella maanrakentamisessa.*

Hydrologisten olosuhteiden seuranta perustuu visuaaliseen tarkkailuun. Tämä voi olla riittävää, mikäli patojen kestävyys ja vesien laatu eivät aiheuta riskejä ympäristölle. Varautuminen hydrologisiin ääritilanteisiin perustuu ylimääraisiin juoksutuksiin, joka voi olla hyväksyttävää, mikäli kaivokselta ulos laskettavien vesien laatu on hyvää. Toimintaohjeet poikkeustilanteiden varalta ja altainen korotussuunnitelmat ovat olemassa. Parannustoimiakin on ehdotettu, mm. valuma-alueen pienentäminen ja ylimääräisen veden pääsyn rajoittaminen altaisiin.

Vastauksen mukaan merkittäviä päästöjä ei normaalitilanteessa ole, mikä toiminnan luonne ja lupamääräykset huomioon ottaen on ymmärrettävää. Sulfaatti ja kalsium on ilmeisesti tunnistettu mahdollisesti merkittäviksi aineiksi, mutta näitä ei ole tuotu vastauksessa suoraan esiin. Sulfaatin ja kalsiumin osalta ympäristöluvan ratkaisussa on edellytetty vaikutustarkastelua purkuvesistössä, mutta vastauksesta ei selviä, onko tällaista arviota vielä tehty.

Kaivoksen vastauksen perusteella kaivoksella ei ole omaa erityisasiantuntemusta ympäristöasioissa, ainakaan siitä ei ole mainintaa henkilö/nimiketasolla. Ympäristövaikutusten arviointi näyttää perustuvan ulkopuolisiin tahoihin. Toiminta ja päästöt huomioon ottaen omaa valmiutta olisi kuitenkin syytä olla olemassa. Kaivoksella on järjestelmä kirjata ja käsitellä poikkeavat havainnot ja tilanteet. Vakavaksi arvioiduissa tilanteissa ilmoitetaan tapahtumasta viranomaisille. Tarkkailuohjelman mukainen tarkkailu hoidetaan koko ajan saman ulkopuolisen tahon toimesta. Kaivos näyttää tuntevan rikastushiekkansa ominaisuudet ja sen laatua seurataan (tosin varsin harvoin, näytteenotto 8 vuoden välein).

Vastauksessa ei oteta kantaa vaihtoehtoihin sähkönsyöttösuuntiin tai varavoimakoneisiin, joten oletettavasti sellaisia ei sähkökatkon varalta ole olemassa. Rikastamon prosessivesille on olemassa varoallas, johon prosessivedet sähkökatkotilanteessa voidaan johtaa. Suotovesialtainen tilavuus riittää alle vuorokauden katkoksiin, sen jälkeen vesi johdetaan suotovesiojista alapuoliseen vesistöön. Vesissä ei todennäköisesti ole suuria määriä haitta-aineita, joten raskaampi varautuminen ei liene välttämätöntä. Kaivos on kuitenkin ehdottanut parannustoimenpiteeksi polttomoottoripumpun hankkimista suotoveden takaisinpumpusta varten.

Kaivoksella on jo pitempään ollut käytössä ympäristö- (ISO 14001), laatu- (ISO 9000) ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät (OHSAS 18001). Kaivoksella näyttää olevan järjestelmä ongelmatilanteiden pitemmän tähtäimen arviointiin, mutta vastauksessa ei kuvata akuuttien tilanteiden arviointia ja hoitoa, jos sellainen tulisi. Lisätoimenpiteenä ehdotetaan yhteistyötä ja tiedonvaihtoa vastaavan kokoisten, pienten toimijoiden kanssa, ja aktiivista osallistumista koulutuksiin.

Kaivoksen organisaatio on pieni (alle 30 henkilöä), joten sisäisen tiedonkulun ja kouluttamisen kerrotaan vastauksessa olevan helppoa. Kaivoksen sisäistä tiedottamista ei kuitenkaan kuvata, eikä ole mainintoja, että viestittämistä olisi harjoiteltu/testattu. Kaivoksella on kirjallinen viestintäsuunnitelma yhteystietoineen sekä ulkoinen kriisiviestintäsuunnitelma.

### Oriveden kaivos

*Kaivoksella louhitaan kultamalmia maanalaisesta kaivoksesta. Malmi kuljetetaan rikastettavaksi Sastamalassa sijaitsevalle Vammalan rikastamolle. Malmi nostetaan maanpinnalle varastokasaan louheautoilla. Sivukivi kuljetetaan joko maan päälle kahteen kivilajin perusteella määrättyyn varastokasaan tai sivukivi käytetään tyhjien louhostilojen täytteeksi.*

Kaivoksella käsitellään vain maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesiä, rikastamoa ei ole. Sadantaa ja altaiden pintoja seurataan kaivoksella silmämääräisesti, lisäksi on jatkuvatoiminen virtaamamittaus. Varoaltaita ei ole. Allaskapasiteetin lisääminen voisi olla paikallaan, mutta kaivoksen vastauksen perusteella kaivosalueelle ei mahdu altaita nykyistä enempää.

Kaivos on arvioinut omaa toimintaansa hyvin eli puutteet on tunnistettu. Päästöt ja haitta-aineet on tunnistettu kattavasti ja käytössä on reaaliaikaista vedenlaadun seurantaa (sähkönjohtavuuden mittaus, pH päivittäin), mikä on hyvä asia. Radioaktiivisia aineita ei ole kaivoksella ilmeisesti seurattu, ainakaan vastauksesta ei asia käy ilmi. Sivukivikasoista saattaa liueta sadeveten metalleja happaman kaivosvaluman myötä. Yhtiö on tunnistanut vedenpuhdistamon tarpeen kaivosvesien käsittelyä varten.

Kaivos ei ole varautunut sähkökatkoksiin varalta. Välittömästi sähköjen katketua ei ympäristöpäästöjä maanalaisesta kaivoksesta aiheudu, mutta pitkäaikaisen sähkökatkon jälkeen kaivoksen tyhjennyspumppauksen yhteydessä on päästöjen mahdollisuus olemassa, jos laskeutusaltaan kapasiteetti ei riitä tavanomaista suuremmalle vesimäärälle.

Kaivoksella on sisäisiä turvajärjestelmiä, ei varsinaisia laatujärjestelmiä. Onnettomuus- ja vaaratilanteet raportoidaan ja tutkitaan sisäisesti, pääpainona on selvittää miksi vaara- ja vahinkotilanne syntyi. Onnettomuudet ja vaaratilanteet raportoidaan myös viranomaisille. Tilanteisiin, joiden ratkaisemiseksi ei kaivoksen oma henkilökunta riitä, sanotaan olevan mahdollista saada ulkopuolista asiantuntija-apua, mutta näitä tahoja ja verkostoja ei vastauksessa kuvata. Toimenpiteenä tilanteen korjaamiseen esitetään asiantuntijan palkkaamista tai sopimusta asiasta hallitsevan yhtiön kanssa. Omaakin ympäristöasioiden asiantuntemusta tulisi kaivoksella kuitenkin olla.

Kaivoksella on käytössään ohjeistus sisäistä tiedonkulkua varten. Ohjeistukseen liittyy koulutusta tai harjoittelua ei vastauksessa erikseen mainita. Ulkoinen tiedotus kohdistuu kuvauksen mukaan viranomaisiin, joihin yhteyttä otetaan puhelimitse tai sähköpostitse. Kaivoksen naapureiden informoimiseen ei ole järjestelmää. Konkreettisia kehityskohteita tiedotuksen suhteen nimetään (mm. nettisivusto tiedonvälitykseen, lähiasukkaiden yhteystiedot tiedonvälitystä varten), mikä on positiivinen asia.

## Pahtavaaran kaivos

*Kaivoksella on siirrytty avolouhinnasta maanalaiseen louhintaan vuonna 2004. Kaivoksen päätuote on kulta, sivutuotteita ei ole. Malmin rikastuksen vaiheet ovat murskaus, jauhatus, painovoimarikastus ja vaahdotus. Sivukivi läjitetään pääosin maanalaisiin louhoksiin. Kaivoksella syntyy kahta eri jätetyyppiä, rikastushiekka ja sivukivi, jotka molemmat luokitellaan tavanomaiseksi jätteeksi.*

Hydrologisessa seurannassa on huomioitu tulva-ajat ja viranomaistietojen hyödyntäminen (mm. lumen vesipitoisuus). Varautumisena hydrologisiin ääritilanteisiin mainitaan altaiden varakapasiteetti, ohijuoksutukset, pumppauksen vähentäminen jätealtille tai pumppauksen keskeytys. Kaivos on selvittänyt laajasti eri alkuaineiden pitoisuuksia vesissä. Maininta siitä, että tarkkailuohjelma on kattava ja että sen perusteella voidaan todeta poikkeavat päästöt, ei anna mahdollisuuksia arvioida toiminnan kattavuutta. Rikastushiekan ja sivukiven kemiallisesta muuttumisesta ei ole kaivoksella varmaa tietoa. Jätteisiin kohdistuvaa pitkän aikavälin analysointia esitetäänkin toimenpiteenä, jolla varautumisen taso paranisi.

Kaivos ei ole varautunut sähkökatkoihin, koska jatkuvaa pumppausta ei tarvita. Useiden vuorokausien mittainen katkos aiheuttaa veden kertymistä maanalaiseen kaivokseen, joten sähkönsaannin palauduttua kuivatusvesiä pumpataan normaalia suurempia määriä kerralla ulos. Tässä yhteydessä pitää varmistaa, ettei tavallista tehokkaampi pumppaus aiheuta ongelmia selkeytysaltailla ja siten kiintoaineen pääsyä purkuvesistöön.

Kaivoksen osaaminen ympäristöasioissa perustuu omaan henkilökuntaan. Tarvittaessa käytettävissä on yhteistyökumppanina toimivan konsulttiyrityksen resurssit. Osaajien verkosto voisi olla kattavampi, jotta kaivoksella olisi enemmän osaamista käytettävissään kaivoksen ympäristövaikutusten ja erityisesti ekologisten vaikutusten ymmärtämiseen.

Sisäisen tiedottamisen välineenä mainitaan puhelimet, joilla pieneksi luonnehdittu henkilöstö saadaan nopeasti tavoitettua. Henkilöstöä on alihankkijat mukaan lukien kaivoksella kuitenkin yli 120 henkilöä, joten tavanomaisten puhelinten avulla työntekijöiden nopea tavoittaminen voi olla hankalaa. Vastauksessa ei mainita sisäisen tiedottamisen suunnitelmaa tai tiedottamisen harjoittelua. Vakavissa poikkeustilanteissa tiedotetaan pelastusviranomaisia, ELY-keskusta ja kuntaa, tarvittaessa myös lähiympäristön asukkaita. Lähiympäristön asukkaita informoidaan myös isoista erikoiskuljetuksista ja avolouhosräjäytyksistä. Vastauksessa ei kuvata, onko nämä asiat kirjattu ohjeistoksi. Kriisiviestintäohjeistusta ei ole vastauksessa mainittu.

## Liite 2 I: Kaivoskohtainen arviointi, Pampalo

### Pampalon kaivos

*Pampalon kaivoksella louhitaan malmia pääasiassa maanalaisesta kaivoksesta, minkä lisäksi vuonna 2013 on aloitettu vanhan avolouhoksen laajennus. Päätuote on kulta, joka erotetaan malmista painovoimarikastuksella ja vaahdottamalla. Tällä hetkellä kaikki soveltuva sivukivi käytetään louhostäyttöön ja täyttöön soveltumaton sivukivi läjitetään maa- ja kiviainesten varastoalueelle. Rikastushiekka ja sivukivet eivät ole potentiaalisesti happoa tuottavia.*

Kaivos seuraa normaalisti altaiden vesipintoja ja kuivanapitoveden pumppausmääriä. Säätilastojen seuraaminen saattaisi olla hyödyllistä vesitaseen ennakoitavuuden parantamiseksi verrattuna sadantaan ja sulamiseen. Kaivoksen prosessiveden kierrätysaste on hyvä. Lähtökohtaisesti ympäristöluvan juoksutusmääräyksiä muutoshakemus ei ole hyvä riskinhallintakeino hydrologisiin ääritilanteisiin, koska luvan saaminen ei ole itsestään selvyyttä ja muutosprosessi voi viedä pitkän ajan. Varotilavuutta pitäisi löytyä tarpeeksi myös hydrologisiin ääritilanteisiin - ilmeisesti näin onkin. Puhtaiden valumavesien hallintamenetelmistä ei vastauksessa mainita erikseen, näitä vesiä ohjailemalla voi saada lisää varotilavuutta poikkeustilanteissa.

Kaivos on selvittänyt poikkeuksellisen perusteellisesti ulkopuolisten tahojen kanssa yhteistyönä potentiaaliset ongelmia aiheuttavat päästöt ja aineet, erityisesti kemikaalit. Vastauksesta ei kuitenkaan käy ilmi, missä määrin ja miten päästöjen viihtyvyys- ja terveyshaittaa ihmisille on arvioitu. Mikäli radioaktiivisia aineita ei ole koskaan analysoitu rikasteista tai vesijakeista (rikastushiekasta analysoidaan uraani), niiden tarkistamisesta kaivos saisi hyödyllistä taustatietoa.

Kaivoksella tarkkaillaan pinta-, pohja- sekä suotovesiä rikastushiekka-altaalla ja sivukivialueella. Juoksutusvedestä tehdään varsinaiset analyysit 3 viikon välein, joka vaikuttaa melko pitkältä ajalta jos veden koostumus muuttuu. Oletettavasti poikkeustilanteessa analyysijä tehdään tiheämmin. Kaivoksen ehdotukset jatkuva-toimisesta pH- ja kiintoainemittauksesta, sekä metallien analysoinnista kaivoksen omassa laboratoriossa vähentäisivät ympäristöpäästöjen mahdollisuutta entisestään. Kaivoksen rikastushiekka on tutkittu perusteellisesti ja sivukivien ominaisuudet tiedetään. Sivukivien muuntumista ei ole tarkkailtu, koska ne käytetään kaivostäyttöön.

Kaivokselle tulee kaksi toisistaan riippumatonta sähkölinjaa, joten virransyöttö on tällä tavoin varmistettu. Pumppauksien pysähtyttyä maanalaiseen kaivokseen kertyy vettä, mutta sen ei arvioida aiheuttavan ympäristöongelmia. Koska prosessivesi jo sellaisenaan täyttää juoksutettavan veden raja-arvot, ei vaikuta siltä että pitkäaikaisenkaan sähkökatko tai sen jälkeinen normaalia voimakkaampi pumppaus aiheuttaisi merkittävää riskiä haitta-aineiden pääsyle ympäristöön. Kaivos on kuitenkin maininnut varavaimakoneiden hankinnan varautumista parantavana toimenpiteenä.

Kaivoksella ei ole annetun kuvauksen mukaan erityisosaajaa riskinarvioinnissa, mutta perusteellinen riskianalyysityö ulkopuolisten tahojen kanssa on todennäköisesti kehittänyt tätä osaamista myös kaivoksella. Sisäiseen tiedottamiseen ovat ohjeet olemassa ja tiedottamista on harjoiteltu. Kaivoksen kerrotaan tiedottavan ulkopuolelle ongelmatilanteista joiden arvioidaan herättävän yleistä mielenkiintoa. Tiedote tehdään medialle, lähiympäristölle ja myös markkinoille (pörssi-yhtiö). On toivottavaa, että tiedottamista vaativat tilanteet pitävät sisällään ympäristö- ja ympäristöterveysriskit, eli tiedotetaan asioista, joissa nämä ovat keskeisiä. Erityisesti tiedotteiden laadintaa ja myös suullista tiedottamista pitäisi kaivoksen vastauksen mukaan harjoitella. Kehityskohteiden tunnistaminen on hyvä asia.

## Punasuo-Lahnaslampi

*Punasuon ja Lahnaslammen kaivosalueen toiminta käsittää talkin ja nikkelin rikastuksen vaahdottamalla Punasuon ja Uutelan avolouhosten malmista ja talkkirikasteen jatkojalostuksen erilaisiksi talkkituotteiksi. Tuotannossa muodostuva rikastushiekka läjitetään rikastushiekan läjitysalueelle. Toiminnassa syntyvät sivuvirrat: sivukivi, maanpoistomasat ja rikastushiekka, joita ei voida välittömästi hyötykäyttää, loppusijoitetaan omille läjitys-alueilleen.*

Altaiden kapasiteetit ovat kaivoksella hyvin tiedossa. Sulamisvesiin varaudutaan järjestämällä allaskapasiteettia. Vesien ohjaus keinona hydrologisissa ääritilanteissa; ei sekoiteta hulevesiä kaivos- ja prosessivesiin. Altaiden vesimäärää voi pienentää juoksuttamalla lisää, mutta vastauksesta ei selviä, onko kaivoksella tietoa, mikä on tällöin ympäristökuormitus ja millainen on vastaanottavan veden sietokyky lisäkuormitukselle. Prosessin ylijäämävedet ja kuivanapitovedet pumpataan suljettuun kaivokseen. Vastauksesta ei selviä, voiko vettä kulkeutua kaivoksesta pohjaveteen.

Kaivos nimeää haitallisina pidettävät päästöt veteen, joiden pitoisuudet ovat ilmeisesti pienet. Ilmapäästöinä mainitaan talkki ja rikastushiekka, mutta ne eivät vastauksen mukaan ole haitallisia. Ilmapäästöjen tarkkailukeinoista ei ole vastauksessa mainintaa. Kaivoksella on veteen liittyvien päästöjen tarkkailuohjelma. Kaivoksella on oma analyysilaboratorio, jossa tehdään analyysyjä viikoittain. Siten muutokset vesipäästöissä havaitaan suhteellisen pian seurattavien parametrien osalta. Kaivos näyttää tuntevan rikastushiekan ominaisuudet ja olevan tietoinen sulfidipitoisten sivukivien laadusta ja niihin liittyvistä ongelmista.

Kaivos arvioi vastauksessaan, että sähkökatko ei aiheuta kaivoksella vuotoja tai muita päästöjä. Perusteita ei varsinaisesti vastauksesta näy. Rikastusprosessi keskeytyy sähkökatkon myötä, joten sieltä ei pääse epäpuhtauksia vesiin katkon aikana. Varajärjestelmällä hoidetaan kriittisimmät pumppaukset. Varasyöttöjärjestelmän tyyppiä ei ole eritelty vastauksessa.

Kaivoksella on ympäristö- (ISO 14001), laatu- (ISO 9000) ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät (OHSAS 18001). Kaivoksella on ympäristöinsinööri. Onnettomuus- ja vaaratilanteiden käsittelyyn on järjestelmä. Tapauksesta riippuen informoidaan viranomaisia. Kaivos arvioi, että nykyiseen toimintaan on riittävät resurssit, tarvittaessa käytetään konsultteja ja viranomaisia. Kaivoksella kerrotaan olevan hyvät verkostot alan parhaisiin asiantuntijoihin (joita ei kuitenkaan nimetä).

Sisäiselle tiedottamiselle on hyvä tekninen valmius. Toimintatapaa sisäisessä tiedotuksessa ei kuitenkaan tarkemmin kuvata. Mainintaa sisäisen tiedottamisen kouluttamisesta tai harjoittelusta ei vastauksessa ole. Ongelmatilanteista ilmoitetaan viranomaisille. Tiedotus medialle ja lähiympäristön asukkaille tehdään yhdessä viranomaisten kanssa. Tiedotustarvetta pidetään vähäisenä, koska kaivoksen läheisyydessä vähän naapureita ja suuronnettomuuden vaaraa ei koeta olevan. Tiedotusta on harjoiteltu viranomaisten kanssa. Harjoittelun lisääminen on mainittu varautumisen tasoa parantavana toimenpiteenä.



## Liite 23: Kaivoskohtainen arviointi, Pyhäsalmi

### Pyhäsalmen kaivos

*Pyhäsalmen maanalaisen kaivoksen ja rikastamon tuotteita ovat kupari-, sinkki- ja pyriitirikasteet. Louhittava malmi on massiivinen, karkearakeinen sulfidimalmi, josta metallirikasteet rikastetaan vaahdottamalla. Tyhjästä louhoksesta täytetään sivukivellä, mutta maanalainen kaivos ei tuota merkittävästi sivukiveä. Tämän vuoksi kaivostäytteenä louhitaan lisäksi kiveä erillisestä hyötykivilouhoksesta. Maanalaisen louhoksen täytteenä käytetään myös karkeaa rikastushiekkaa, johon on seostettu sideaineeksi masuunikuonaa ja kalkkia. Muu osa rikastushiekasta pumpataan vesilietteenä rikastushiekka-altaille.*

Hydrologisten olosuhteiden seuranta ja altain tarkkailu vaikuttaa kokonaisuudessaan kattavalla: Kaivoksella on oma sääasema, pintavesipumppaamoiden jatkuva pintamittaus ja Pyhäjärven virtaussuuntaa seurataan jatkuvatoimisesti. Kaivoksella on vain yksi purkupiste vesistöön, mikä helpottaa tarkkailun järjestämistä. Happamia vesiä tuottavan rikastushiekan ja suurien altain takia pohjavesiseuranta on myös hyvin tärkeää. Kaivoksella vaikuttaisi olevan riittävästi varotilavuutta vesivarastoaltaassa normaalitilanteessa (n. 1 kk) ja vastausten perusteella varokapasiteetti riittää vielä vuorokausi- ja kuukausitason ennätysadannalla. Vastauksesta ei käy ilmi, paljonko varotilavuutta olisi jäljellä esim. hyvin sateisen vuoden syksyllä, kun vettä on kumuloitunut poikkeuksellisen paljon useita kuukausia. Kaivoksen vesienhallintaa poikkeustilanteissa helpottaisi, jos puhtaat pintavalumavedet olisivat erillään muista jätevesistä. Tällä hetkellä nämäkin vedet syötetään vesivarastoaltaaseen.

Kaivos on arvioinut ja luettelee potentiaaliset ympäristön kannalta haitallisimmat päästöt ja käsittelee niitä vastauksessaan. Riskienhallintaratkaisuja poikkeuspäästöttilanteissakin on pohdittu, mikä on hyvä asia. Kuten vastauksessa on todettu, rikastushiekka-altain sulkemisratkaisujen (peittomateriaalit ja -rakenne) pohdinta lienee keskeistä pitkän ajan ympäristövaikutusten hallitsemiseksi. Rikastushiekan ja sen suotovesien luonne ja koostumus tiedetään ja niitä seurataan.

Kaivoksen kuivanapitovedet jäävät pitkän sähkökatkon seurauksena maanalaiseen kaivokseen ja prosessivesien muodostuminen loppuu. Rikastushiekka-altain suotovesien pumppaaminen vesienkäsittelyaltaaseen pitäisi pystyä tekemään myös pitkän sähkökatkon aikana, koska rikastushiekka on happamia vesiä tuottavaa. Varautuminen sähkökatkoihin vaikuttaa kattavalla: syöttömahdollisuus on kahdelta eri suunnalta ja lisäksi on olemassa polttomoottorikäyttöisiä generaattoreita. Generaattorikapasiteetti ei ole vastauksen perusteella vielä 100 %, koska lisävarautumisissa mainitaan toimenpiteenä generaattorin hankkiminen.

Kaivoksella on käytössä ISO 14001, ISO 9001 ja OHSAS 18001. Onnettomuus ja vaaratilanteet käsitellään ja raportoidaan tarvittaessa paikalliselle terveystarkastajalle ja viranomaisille. Kaivoksella on ympäristögeologi ja ohjeistus ympäristövahinkotapauksiin varautumisesta. Ympäristöriskit on arvioitu. Tarvittaessa kutsutaan koolle kaivoksen kriisinkäsittelyryhmä. Emoyhtiön asiantuntijat voivat tarvittaessa avustaa, ulkopuolisia konsultteja on käytettävissä sekä yhteydet viranomaisiin ovat kunnossa. Ympäristövaikutusten arviointi vaikuttaisi olevan hyvässä kunnossa.

Kaivoksen sisäiselle tiedottamiselle näyttää olevan hyvät valmiudet: Tiedotusasiat on ohjeistettu ja toimintatapa ongelmatilanteissa on suunniteltu. Koulutuksesta ja harjoittelusta sisäisen tiedottamisen suhteen ei ole vastauksessa mainintaa. Varautuminen ulkoiseen tiedottamiseen kuvatulla tavalla on hyvällä tasolla. Suunnitteilla on myös käytännön harjoittelua ulkoiseen tiedottamiseen.

## Sälpän kaivos

*Avolouhoksella louhitaan pegmatiittikiveä. Sivukivi menee sepeliksi. Malmi murskataan louhoksella siirrettävällä murskauslaitoksella. Pegmatiitti viedään autoilla rikastamolle, jossa se jauhetaan ja jalostetaan kemikaalivaahdotuksella maasälpä- ja kvartsirikasteiksi. Lopputuotteet (maasälpä ja kvartsi) varastoidaan siloissa. Prosessivesi neutraloidaan sammutetulla kalkilla ja johdetaan kiertovesialtaaseen. Kiertovesialtaassa lietteen sakka laskeutuu ja puhdistunut vesi johdetaan osittain takaisin prosessiin, osittain vettä juoksetaan mereen. Rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen.*

Juoksutusmäärien ja pumppujen toiminnan kirjaaminen ei ehkä yksistään ole riittävää hydrologista seuranta. Vastaus hydrologisiin ääritilanteisiin varautumisesta on lyhyehkö, jonka perusteella on vaikea arvioida toimintatapaa. Haitta-aineita on tunnistettu yllättävän vähän. Päästö- ja vaikutustietoja ei ole vastauksessa esitetty eikä riskinhallintaratkaisujakaan ole kuvattu kattavasti, joten vastauksen perusteella on vaikea sanoa, onko tilanteeseen varauduttu hyvin. Vastauksesta ei käy ilmi poikkeustilanteessa ilmenevien päästöjen tarkkailuohjelma: onko sitä ja jos on, millainen se on; seurataanko esimerkiksi pölypäästöjä ilmaan. Kaivos tuntee jollakin tasolla rikastushiekan ominaisuudet, koska toteaa, että se ei juurikaan muutu. Kemiallisen muuntumisen tarkkailua ei kuvata.

Kaivos ei ole varautunut sähkökatkoihin. Rikastamon prosessi ilmeisesti pysähtyy sähkökatkotilanteessa, jolloin prosessiveden käsittelyäkään ei tarvita. Patoaltaan suotovesienkin pumppaus keskeytyy sähkökatkotilanteessa, mutta vastauksesta ei selviä aiheuttavatko suotovedet ympäristön kuormittumista. Varautumisena mainitaan, että patoaltaasta voidaan laskea vettä mereen ilman sähköäkin lappona, mikäli tarpeen.

Kaivoksella on käytössä ISO 14001, ISO 9001 ja OHSAS 18001 -järjestelmät. Vastauksessa ei kuvata kaivoksen omaa osaamista poikkeustilanteiden arvioinnissa, vaan siinä on lueteltu viranomaistahot TUKES, ELY ja Pelastuslaitos. Henkilökuntaan mainitaan kuitenkin kuuluvaksi ympäristöasiantuntija. Muusta asiantuntijaverkostosta, jota ongelmatilanteiden arvioinnissa voitaisiin hyödyntää, ei ole mainintaa.

Kaivos näyttää varautuneen kaivosalueen ongelmatilanteisiin. Teknisiä valmiuksia ei ole kuvattu, mutta laajoja käytännön pelastusharjoituksia pidetään 3 vuoden välein. Harjoituksissa käydään läpi myös tiedottaminen henkilökunnalle ja pelastusviranomaisille. Pelastusharjoituksissa keskitytään todennäköisesti henkilöturvallisuutta uhkaavien tilanteiden hallintaan. Vastauksesta ei käy ilmi, miten paljon harjoitellaan ympäristöä uhkaavien tilanteiden hallintaa. Tiedotuksessa keskitytään tiedottamaan tilanteesta viranomaisille, esim. tiedottamisesta lähialueen asukkaille ei ole mainintaa.

## Siilinjärven kaivos

*Siilinjärven kaivoksella louhitaan apatiittimineraalia (fosforimalmi), josta apatiittirikaste erotetaan kaivoksen alueella sijaitsevalla rikastamolla. Malmi louhitaan avolouhintana Särkijärven päälouhokselta ja Saarisen satelliittilouhokselta. Sivutuotteena valmistetaan kalkkia, biotiittia sekä kiilletuotteita. Sivukivi kuljetetaan läjitysalueille. Osa sivukivestä hyödynnetään. Maanpoistomassoista teknisesti hyödyntämiskelpoiset hyödynnetään kaivostoiminnassa patorakenteissa ja rakenteiden maisemoinnissa sekä toimipaikan muissa maisemointi- ja maanrakennuskohteissa. Rikastushiekka johdetaan pumppaamalla rikastushiekka-altaalle.*

Stressitestiin on vastannut laaja piiri henkilökuntaa suunnitteluinsinööristä tehtaanjohtajaan. Vastauksessa nähdään kehittämismahdollisuuksia myös silloin, kun riskiin on jo varauduttu hyvin. Esimerkiksi sääasemaa ollaan hankkimassa ja sillä on tarkoitus arvioida sääilmiöiden vaikutusta vesitaseeseen. Hyviä käytäntöjä ja ratkaisuja ovat myös mm. automaattinen näytteenotin laskeutusaltaan ylitevesivirrassa, virtaamamittari louhosveden pumppausputkessa sekä näytteenotto kerran viikossa.

Kaivoksen alue on laaja, mutta pinta-, suoto- ja pohjavesien pintojen ja virtaamien tarkkailu vaikuttaa riittävältä. Vastauksesta ei käy ilmi, seurataanko myös lumen määrää, vesiarvoja ja sulamista. Vesialtaiden kapasiteetit ja mahdollisuus varastoida vettä avolouhoksessa antavat todennäköisesti riittävästi varotilavuutta hydrologisia poikkeustilanteita varten. Kaivoksen vesien laatu mahdollistaa hallitut puhtaiden vesien ohjauksutukset. Pumppauskalustolla voidaan ainakin osittain säädellä vesipintoja. Parannusehdotuksena mainitaan allastilavuuden kasvattaminen.

Kaivos näyttää tuntevan toiminnastaan syntyvät päästöt. Rikastamolla käytettäviä kemikaaleja ja alueella käytettäviä happoja ei ole vastauksessa mainittu mahdollisiksi haitta-aineiksi. Rikastamolta on tunnistettu aiheutuvan hiukkaspäästöjä ilmaan. Vastauksessa on viitattu tavoitearvoihin ja näytteenoton edustavuuteen ja myös myrkyllisyystestejä tehdään ympäristöön johdettavalle vedelle, mikä on hyvä asia. Vastauksessa mainitut toimipaikan omat tavoitearvot ovat ilmeisesti tiukemmat kuin ympäristöluvassa mainitut raja-arvot. Sisäisenä tavoitteena näyttäisi olevan toimia ympäristöluvassa asetettuja raja-arvoja tiukemmin. Metalleja ei analysoida vesistä laajasti, mikä lienee perusteltua toiminnasta ja louhittavasta mineraalista johtuen.

Kaivoksella näyttää olevan toimivat tarkkailuohjelmat. Toiminnalla on pitkä historia ja kokemus, asiat tunnetaan jo ilmeisen hyvin. Rikastushiekka ja sivukivet eivät tehtyjen tutkimusten mukaan ole happoa muodostavia, mikä vähentää pitkäaikaisia riskejä. Tästä huolimatta parannusehdotuksena on mainittu rikastushiekan ja sivukivien tutkimusten päivitys määrävälein.

Vesialtaiden kapasiteetit ja mahdollisuudet hallittuihin ylivuotoihin sekä veden varastointiin avolouhoksessa vaikuttavat riittävältä keinoilta vesien hallintaan myös pitkäkestoisen sähkökatkon yhteydessä. Vesien ja rikastushiekan laadun takia ylivuodoista ei olisi odotettavissa merkittävää haittaa ympäristölle. Kaivoksen suunnitelmat toisesta voimalinjasta ja varavoiman lisäys parantaisivat varautumista entisestään. Saostuskemikaalin käyttö sähkökatkotilanteessa on hyvä keino, jolla mahdollisen ylivuodon kiintoainepitoisuutta voidaan vähentää.

Kaivoksella on sertifioidut ympäristö- (ISO 14001), laatu- (ISO 9000) ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät (OHSAS 18001) sekä ympäristöpäällikkö. Kaivoksella on käytävissään laaja sisäinen, usean tahon organisaatio, jota voidaan käyttää ongelmatilanteiden arvioinnissa. Kaivoksella on myös oma laboratorio näytteiden analysointiin. Ulkopuolisia osaamistahoja käytetään tarvittaessa. Resurssit vaikuttavat kattavilta.

Kaivoksella näyttää olevan kattava ja perusteellinen järjestelmä tiedottaa ongelmatilanteissa omalle väelle ja tiedotusta myös harjoitellaan. Perehdyttäminen pelastussuunnitelman keskeisiin asioihin on hyvin järjestetty: ulkopuolisille työntekijöille koulutus on voimassa 2 vuotta ja omalle henkilökunnalle 3 vuotta kerrallaan. Koulutus sisältää kirjallisen tentin, jolla osaaminen varmistetaan. Tiedottamisperiaatteet ulkopuolelle suuntautuvalla tiedottamisella on määritetty pelastussuunnitelmassa. Myös sellaisista vaaratilanteista tiedotetaan, jotka eivät ole johtaneet varsinaisesti onnettomuuteen.

## Talvivaaran kaivos

*Malmi louhitaan avolouhoksesta ja louhinnassa syntyvät sivukivet läjitetään kalvotetuille sivukivialueille tai käytetään liuotusaltaiden pohjarakenteissa, riippuen kiven nikkeli-pitoisuudesta. Murskauksen ja rakeistuksen jälkeen malmi siirretään primäärikasalle ja ensimmäisen vaiheen bioliuotukseen. Talvivaarassa bioliuotus tehdään kaksivaiheisesti; primäärioliuotuksessa ja sekundäärioliuotuksessa. Kaksivaiheisuudella parannetaan liuotus-saantia. Bioliuotuksessa kiinteät metallisulfidit muuttuvat vesiliukoiksi metallisulfaateik-si malmista luonnostaan elävien mikrobien katalysoimassa hapetusreaktiossa. Bioliuotus-kasoissa ylläpidetään aerobisia olosuhteita ilmastuksella ja kasaa kastellaan happamalla liuoksella, johon herkkäliukoiset metallisulfaatit liukenevat. Kasteluliuosta kierrätetään kasan läpi kunnes metallipitoisuus on riittävän korkea. Sen jälkeen osa kiertoliuksesta ohjataan metallien talteenottolaitokselle. Metallien talteenotto-prosessissa tuotetaan sakeu-tuksen ja suodatuksen myötä sakkamaisia metallisulfideja, jotka varastoidaan ja myydään asiakkaille jatkojalostettavaksi metallituotteiksi. Malmista liukenee bioliuotuksessa sivu-tuotteena myös uraania, joka on myös tarkoituksena ottaa jatkossa talteen. Talvivaaran kaivoksen tuotannossa syntyvät pääjättejakeet ovat pysyväksi jätteeksi luokiteltu pintamaa, tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltu sivukivi, kipsisakka, sekä ongelmajätteeksi luokitellut loppuun liuotettu malmi ja mineraalijätteet.*

Kaivoksen laajuuden takia on hyvä, että käytettävissä on oma sääasema ja sademittareita. Koska kaivoksella on viime aikoina tehty runsaasti muutoksia vesienkäsitte-lyyn (puhtaiden valumavesien erottelu, uusia vara-altaita, uusia ohitusojia jne.), on erityisesti syytä kerätä tietoja ja tehdä tilastoja säätiedoista ja alaiden vesipintojen tarkkailusta, jotta ennustettavuus tulevaisuudessa parane. On tärkeitä, että uusia patoja ja pumppausreitit järjestetään puhtaille valumavesille, ja että varoallastila-vuutta kasvatetaan uusien korotusten myötä.

Kaivos tuntee nyt todennäköisesti kaivokselta ympäristöön päätyvät päästöt, eli mitä haitallisiksi arvioitavia aineita ja päästöjä kaivosympäristöön päätyy kaivoksen toiminnan aikana. Tätä on osaltaan edistänyt toiminnasta todetut haitat ympäristössä (allasvuodot, haju- ja pölyhaitat), joiden takia asioita on selvitetty yksityiskohtaisem-min kuin muuten olisi jouduttu tekemään. Loppuun liuotetun malmin käyttäytymistä jätteenä pitemmän ajan kuluessa ei vielä täysin tunneta, mutta asia tiedostetaan kaivoksella. Kaivoksella syntyy ja sinne jää riskialttiita jätteitä, joihin liittyy happa-mien suotovesien muodostumisriski. Nämä suotovedet voivat aiheuttaa pysyvää kuormitusta ympäristöön ja siten potentiaalisia haittoja erityisesti vesistöön. Myös mustaliuske sivukivenä muodostaa happamia suotovesiä, mikä lisää päästöjen riskiä alueelta ympäristöön.

Kaivoksen ympäristö-/velvoitetarkkailuohjelma on laaja ja monipuolinen (käyttö-, päästö- ja ympäristövaikutusten tarkkailu). Luontoon johdettavista vesistä tehdään viikoittain analyysijä, joten mahdolliset muutokset päästöissä havaitaan varsin pian. Rutiiniseurannan lisäksi on tehty ylimääräistä tarkkailua sekä omasta että viran-omaisten toimesta. Todennäköisesti muutokset, erityisesti vesipäästöissä, todetaan nyt varsin nopeasti. Käytössä on jatkuvatoiminen purkuvesien pH- ja sähkönjohto-kyvyn mittaus. Pölyn määrää tarkkaillaan ja sen leviämistä rajoitetaan. Pohjaveden laaduntarkkailusta ei mainita vastauksessa mitään.

Varautumista sähkökatkotilanteisiin on varsin paljon. Varavoimakoneet palvelevat pääasiassa prosessia, eli tuotannon jatkuvuutta, mutta tarvittaessa niiden tuottamaa sähköä voidaan käyttää pumppauksissa. Koska prosessiliuoksen varoaltaiden varoaika on vain 12h ja prosessiliuos sisältää korkeita haitta-ainepitoisuuksia, on varavoiman toimivuuteen ja pumppauskapasiteetin riittävyys syytä kiinnittää erityistä huomiota. Toimenpiteissä mainitaan suunnitteilla oleva toinen voimalinja, jolla linjavauriosta johtuva sähkönsyötön katkeaminen voidaan käytännössä estää.

Kaivoksella on todennäköisesti kokonaisuudessaan poikkeuksellisen hyvä valmius arvioida toiminnan/päästöjen haitallisuutta, kun sitä on useaan kertaan ilmenneiden ongelmien vuoksi tehty. Kaivoksella on käytössä ISO 14001 -ympäristöjärjestelmä. Kaivoksen ympäristötarkkailusta ja tulosten analysoinnista on vastannut ulkopuolinen taho. Kaivos on ollut paljon tekemisissä viranomaisten ja asiantuntijalaitosten kanssa ilmenneiden ongelmien selvittämisessä, mikä on luonut yhteistyöverkkoja ja kehittänyt toimintatapoja. Kaivoksella ei kuitenkaan stressitestivastauksesta saadun käsityksen mukaan ole omaa syvällisempään riskinarvioon perehtynyttä henkilöstöä, joka pystyisi arvioimaan ympäristö- ja terveysriskejä parhaalla mahdollisella tavalla. Kaivoksen lisätoimenpide-ehdotus riskienhallintaprosessin parantamisesta valmiuden lisääjänä on oikeansuuntainen, varsinkin jos se sisältää myös edellä mainitun valmiuden varsinaiseen riskinarvioon.

Kaivoksella näyttää olevan hyvä valmius tiedottaa ongelmatilanteista kaivosalueen sisällä henkilöstölleen. Kaivoksella on myös systeemi ongelmatilanteista tiedottamiseen kaivoksen ulkopuolelle ja sen käytöstä on käytännön kokemusta. Kaivoksella on ympäristöblogi ([paikanpaalla.fi](http://paikanpaalla.fi)), jonka kautta kaivos tiedottaa ympäristöasioista ja jonka kautta kaivokselle voidaan antaa palautetta. Kehitystoimenpiteenä kaivos esittää tämän sivuston tehokkaampaa ja havainnollisempaa käyttöä.

## Liite 27: Kaivoskohtainen arviointi, Tytyri

### Tytyrin kaivos

*Kalkkikiveä louhitaan maanalaisesta kaivoksesta hyödyntäen kahta eri kalkkikiviesiintymää. Sivukiveä louhitaan vain satunnaisesti ja se sijoitetaan pääosin louhostäyttöön. Osa sivukivestä nostetaan maanpinnalle sepelituotteiden raaka-aineeksi. Kaivostoiminnan tuotteena on esimurskattu kalkkikivi, joka myydään ulkoiselle asiakkaalle sellaisenaan siilosta tai pihakasasta tai jatkojalostetaan edelleen Tytyrin kalkkitehtaalla. Kalkkitehtaan sivutuotteena syntyy karkearakeista sammutettua kalkkia, josta osa hyödynnetään maastabilointieoksissa ja osa sijoitetaan louhostäyttöön. Tiettyyn osaan Tytyrin kaivosta purkautuu runsaasti kalliopohjavettä. Tämä pohjavesi pidetään erillään muista kaivosvesistä ja pumpataan omaa erillistä pumppauslinjastoa pitkin Lohjan kaupungin vesilaitokselle talousveden raaka-aineeksi.*

Tytyrin kaivoksen ympäristöriskit ovat toiminnan luonne huomioon ottaen varsin pienet. Kaivos sijaitsee kuitenkin asutuksen äärellä ja siten päästöjen ympäristö- ja terveysriskit on syytä tuntea, ja varautuminen tarvittaessa niiden nopeaan arviointiin täytyisi olla olemassa. Hydrologisten ääritilanteiden suhteen kaivos ei näe riskiä omalle toiminnalleen, koska pumppauskapasiteettia on riittävästi ja Lohjanjärvi on säännöstellty. Kaivoksen ympäristövaaraa aiheuttavat tilanteet on tunnistettu vuonna 2012 ja niille on tehty ympäristöriskien arviointi. Sivukiven kemiallisen koostumuksen ei kerrota muuttuvan pitkälläkään aikavälillä.

Kaivokselta ei pääse vuotamaan vesiä sähkökatkotilanteessa, vaan kaivos alkaa täyttyä vedellä ja tilavuutta on todella paljon käytettävissä. Kaivoksen kuivatusvedet ovat niin puhtaita, ettei niiden pumppaus vesistöön aiheuta kaivoksen kuivatusvaiheessa ongelmia. Käytännössä ympäristövaikutuksia sähkökatkoksesta johtuen ei siis ole. Varautumista ei varavoimakoneiden muodossa ole, kahdesta suunnasta tuleva sähkönsyöttö katsotaan riittäväksi.

Kaivoksella on käytössä ympäristö- (ISO 14001), laatu- (ISO 9001) ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät (OHSAS 18001). Kuvauksen mukaan kaivoksella ei ole nimikkeeltään ympäristöasioista vastaavaa henkilöä/henkilöstöä. Onnettomuus- ja vaaratilanteet liittyvät ilmeisesti pääasiassa työturvallisuuteen, ja niiden tutkintaan ja käsittelyyn on olemassa erillinen järjestelmä. Merkittävät ympäristönäkökohdat päivitetään vuosittain. Riskien arvioinnit tehdään yrityksen oman henkilökunnan toimesta 5 vuoden välein. Erityistilanteissa voidaan käyttää ulkopuolisia asiantuntijoita, joita ei kuitenkaan kuvata tarkemmin vastauksessa.

Kaivoksella on kriisiviestintäohje, jonka mukaan toteutetaan sisäinen ja ulkoinen viestintä ongelmatilanteissa. Kaivoksessa järjestetään säännöllisesti yhteistyössä viranomaisten kanssa harjoituksia, joissa testataan ja harjoitellaan toimintaa ongelmatilanteissa. Kaivoksen lähiympäristön asukkaille on pidetty asukasilloja, joissa on kerrottu kaivostoiminnan vaikutuksista.

## Vammalan rikastamo

*Vammalan rikastamolla rikastetaan Oriveden ja Jokisivun kaivoksista louhittuja kulta-malmeja. Louhittu malmi kuljetetaan kaivosalueilta kuorma-autoilla Vammalan rikastamolle rikastettavaksi. Stormin kaivospiirissä Vammalassa sijaitsee myös vuonna 1995 suljettu nikkelikaivos. Rikastuksessa syntynyt rikastushiekka pumpataan vesilietteenä rikastushiekka-altaille, minne kiintoaines laskeutuu. Selkeytynyt vesi palautetaan prosessivesipumppaamon kautta takaisin prosessiin. Rikastamon päätuote on kultarikaste, sivutuotteita ei ole. Kultarikastetta tuotetaan vaahdotus- ja painovoimarikasteena.*

Hydrologisten olosuhteiden tarkkailumenetelmänä on altaiden silmämääräinen tarkkailu. Tarkkailua tiennetään lumien sulamisen ja runsaiden sateiden aikana. Koska alueella on rikastushiekka-altaita, joissa on happoa tuottavaa jätettä sekä tiedossa olevia suotokohtia, olisi ehkä syytä tehdä systemaattisempaa sadannan ja sulamisen seuranta. Pohjavesiä ei tarkkailla. Hydrologisiin ääritilanteisiin on esitetty monia toimenpiteitä, eli asiaan on paneuduttu rikastamolla. Parannustoimenpiteenä esitetty allaskapasiteetin lisääminen voisi olla järkevää, jotta päästöt alapuoliseen vesistöön eivät mahdollisen poikkeustilanteen aikana lisääntyisi. Vanhaa nikkelikaivosta käytetään vesivarastona, mutta ei ole tarkkaan tiedossa, miten veden laatu varastoinnin aikana muuttuu.

Rikastamo tunnistaa että haitta-ainepäästöjen kanssa on ongelmia ja tekee vastauksessa myös hyviä parannusehdotuksia. Rikastamo näyttää tuntevan (pystyy nimeämään) potentiaalisimmat haitta-ainepäästöt ja sillä on käsitys vesissä olevien metallien aiheuttamasta kuormituksesta ympäristöön. Vastauksista jää epäselväksi, mistä tilanteista todetut vesistövaikutukset ovat seurausta. Rikastamon vastauksen mukaan tarkkailuohjelmaa ollaan juuri päivittämässä (tiheämpi seuranta, laajempi analytiikka), mutta sen sisältöä ei kuvata tarkemmin. Tarkkailun suorittaa konsultti-toimisto, jonka tietokantaan on tulosten osalta reaaliaikainen pääsy. Näytteitä otetaan myös omavalvontaan ympäristön vesistä. Ilmapäästöjä (pölyn laatua ja leviämistä) olisi ehkä tarpeellista selvittää tarkemmin, koska alueella on murskaamo, rikastushiekka-altaita sekä raskasta liikennettä. Rikastamo näyttää tuntevan rikastushiekan perusominaisuudet ja olevan tietoinen siihen liittyvistä haponmuodostus- ja suotovesiongelmissa.

Rikastamolla ei ole varauduttu sähkökatkoksiin eikä sähkökatkotilanteelle ole laadittu erityistä toimintasuunnitelmaa. Rikastamolla oli v. 2012 pitkä sähkökatkos, mutta tuolloin ei mitään vakavaa tapahtunut. Kylmään vuodenaikaan putket voivat jäätyä, mutta välitöntä ympäristöuhkaa ei siitä näyttäisi aiheutuvan, tuotannollisia ongelmia todennäköisesti kyllä ilmenee. Pitkäkestoinen sähkökatko yhdessä runsaan vesimäärän kanssa (esim. rankkasateet) saattaa johtaa siihen, että rikastushiekka-altaiden suotovedet valuvat ylivuotona Kovero-ojan kautta Ekojokeen. Suotovesiselvityksen perusteella on tiedossa, että suotovedet sisältävät haitta-aineita kohonneina pitoisuuksina. Kovero-ojan valuma-alue muodostaa selkeän riskin haitta-aineiden pääsyyllä ympäristöön poikkeustilanteessa, ja tämän riskin hallintaan olisi syytä panostaa. Varavoimakoneilla voitaisiin jatkaa vesien pumppaamista takaisin rikastushiekka-altaaseen. Kovero-ojan alueelle sijoitettu vara-allas auttaisi myös muihin mahdollisiin ongelmiin kuten jälkiselkeytysaltaan ylivuotoon tai uuteen patomurtumaan/vuotoon rikastushiekka-altailla.



Rikastamolla on käytössä sisäisiä turvajärjestelmiä, ei yhtenäisiä toimintajärjestelmiä. Onnettomuus- ja vaaratilanteet kirjataan tutkintapöytäkirjapohjaan ja tutkitaan. Rikastamolla on ympäristöspesialisti, sama kuin saman yhtiön kaivoksilla. Rikastamonojaa ympäristövaikutusten arvioinnin osaamisessa tarvittaessa kaivoksen kanssa työskennelleisiin ympäristökonsultteihin.

Rikastamolla on sisäinen kriisitiedottamisohje ja tekninen valmius sisäiseen tiedottamiseen. Työntekijöitä on myös perehdytetty. Ulkoisesta kriisitiedottamisesta on ohje, jota päivitetään vuosittain. Ohje on jaettu myös viranomaisille. Poikkeustilanteet, joista tiedotetaan rikastamon ulkopuolelle, on nimetty. Tarvittaessa tiedotetaan myös lähiasukkaita, joiden suuntaan tapahtuvaa viestintää ehdotetaan rikastamon omassa arviossa edelleen kehitettäväksi. Päätöksen tiedottamisesta tekee yhtiön tuotantojohtaja.

## Vuonoksen teollisuusmineraalirikastamo

*Vuonoksen kaivosalueen toiminta käsittää talkin ja nikkelin rikastuksen Polvijärven avo-louhoksista kuljetettavasta malmista ja talkkirikasteen jatkojalostuksen erilaisiksi talkki-tuotteiksi. Tuotannossa muodostuva rikastushiekka läjitetään rikastushiekan läjitysalueelle. Sivutuotteena saadaan nikkelirikastetta.*

Hydrologisia olosuhteita seurataan patotarkkailulla (tihennettynä sulamiskautena), sadannan vaikutuksia seurataan päivittäisillä kierroksilla. Hydrologisiin ääritilantei-siin varaudutaan suurella allaskapasiteetilla.

Rikastamo nimeää vastauksessaan haitallisimmiksi arvioidut päästöt. Ilmapäästöi-nä on mainittu talkki ja rikastushiekka, jotka eivät kaivoksen mukaan ole varsinaisia vaarallisten tai haitallisten aineiden päästöjä. Ilmapäästöt sisältävät kuitenkin pien-hiukkasia, jotka ovat terveydelle haitallisia. Vesipäästöjä sekä pohja- että pintavesiin seurataan ja seuranta varten on käytettävissä oma analyysilaboratorio. Vastauksessa ei ole kuvausta pölypäästöjen seurannasta, miten niitä on selvitetty ja seurattu. Ny-kyään syntyvän rikastehiekan ominaisuudet tunnetaan. Kaivosalueen aikaisemman kaivostoiminnan (kuparikaivos) rikastushiekka-asiaan ei vastauksessa oteta kantaa. Se on myös arvioitava asia kaivoksen ympäristövaikutusten kannalta.

Sähkökatkojen varalta on olemassa dieselkäyttöisiä pumppuja. Vastauksesta ei selviä, mitä vuotovesiä niillä pitäisi sähkökatkotilanteessa pumpata. Suuren allaska-pasiteetin kerrotaan estävän sähkökatkotilanteessa haitalliset ympäristövaikutukset kokonaan, joten ilmeisesti muutamien päivien pituiset sähkökatkot eivät vielä aiheuta ongelmia.

Kaivoksella on ISO 14001 ympäristöjärjestelmä, ISO 9001 laatujärjestelmä ja OHSAS 18001 työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä sekä ympäristöinsinööri. Onnettomuus-tilanteiden hoito on ohjeistettu, tilanteiden käsittelylle on järjestelmä ja tapauksesta riippuen asioista ilmoitetaan viranomaisille. Kaivos arvioi, että nykyiseen toimintaan ongelmatilanteiden arviointiresurssit ovat riittävät. Tarvittaessa käytetään konsultteja ja viranomaisia. Vastauksessa todetaan lisäksi, että kaivoksella on toimiva yhteistyö-verkosto.

Kaivoksella näyttää olevan sisäiselle tiedottamiselle järjestelmä, mutta toimintaa ei vastauksessa kuvata. Sisäisen tiedottamisen koulutuksesta ja harjoittelusta ei ole vastauksessa mainintoja. Ulkoista tiedotusta on harjoiteltu viranomaisten kanssa. Tiedottaminen medialle ja lähialueen asukkaille tehdään yhdessä viranomaisten kanssa. Tiedotustarpeen ulkopuolisille kuvataan olevan vähäistä, koska kaivoksella ei ole suuronnettomuuden vaaraa ympäristön suhteen.

## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Ympäristöministeriö Ympäristönsuojeluosasto	Julkaisuaika Helmikuu 2014
Tekijä(t)	Tero Välisalo (toim.), Timo Jouttijärvi, Antti Kallio, Sari Kauppi, Päivi Kauppila, Hannu Komulainen, Juha Laasonen, Jutta Laine-Ylijoki, Minna Leppänen, Jussi Reinikainen ja Margareta Wahlström	
Julkaisun nimi	<b>Kaivosten stressitestit 2013</b>	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöministeriön raportteja 2/2014	
Tiivistelmä	<p>Talvivaaran kaivoksella marraskuussa 2012 sattuneen vesistövahingon jälkeen Suomen hallitus päätti, että kaivoksille tehdään stressitestit. Ympäristöministeriö asetti tammikuussa 2013 kaivosten ympäristöturvallisuus -viranomaistyöryhmän (KYTU), jonka tehtävänä oli arvioida viranomaisten tehtäviä, toimivaltaa, ohjauskeinoja ja yhteistyötä kaivosten ympäristövahinkojen ehkäisemisen kannalta. Eräänä työkaluna KYTU-työryhmällä oli kaivosten stressitestit.</p> <p>Stressitestauksen ensimmäisessä vaiheessa kaivokset arvioivat itse toimintaansa kysymyslomakkeen avulla. Tämän jälkeen ympäristöministeriön nimeämä asiantuntijaryhmä kävi läpi kaivosten itsearviointit ja antoi niistä palautetta. Stressitestien kysymyslomakkeessa oli kuvattu seitsemän riskitilannetta, joihin liittyi yhteensä 15 kysymystä. Testattaviksi riskitilanteiksi valittiin mm. poikkeuksellisen suuri sadanta, joka vaikeuttaa vesien käsittelyä, varastointia ja poistojohtamista sekä patoalaiden rakenteet, jotka eivät kestä poikkeuksellisen suuren vesimäärän aiheuttamaa rasitusta.</p> <p>Stressitestikysely lähetettiin 21 kaivokselle ja rikastamolle. Testattavaksi tulivat kaikki metallimalmikaivokset ja metallimalmirikastamot sekä niiden lisäksi myös muutamia teollisuusmineraalikaivoksia ja -rikastamo sekä karbonaatti-kaivoksia, jotka käsittelevät runsaasti kemikaaleja tai joiden jäte- tai vesiallaspadot voisivat onnettomuuden sattuessa aiheuttaa vaaraa ihmiselle tai ympäristölle. Vastaukset saatiin asetettuun määräaikaan mennessä 20 kohteesta.</p> <p>Vastaukset sisälsivät myös kuvauksia olemassa olevista hyvistä käytännöistä ja kehittämisehdotuksia. Stressitestin perusteella esitettiin poikkeustilanteisiin on kokonaisuudessaan paneuduttu ja varauduttu kaivoksilla suhteellisen hyvin. Erityisesti patorakenteiden valvonta, pato- ja pohjavuotien hätkörjaukseen varautuminen, haitallisten päästöjen tunnistaminen, sähkökatkoksien ja ilkevaltaan varautuminen sekä poikkeustilanteista tiedottaminen tuntuivat olevan lähes kaikilla hyvin hallinnassa. Sen sijaan vesien hallinnassa, pohjarakenteiden valvonnassa, poikkeuksellisten päästöjen havaitsemisessa ja hallinnassa sekä kaivannaisjätteiden kemiallisen muuttumisen tunnistamisessa, ymmärtämisessä ja tarkkailussa oli puutteita.</p> <p>Vesimäärien hallinnassa on tärkeää ennakointi mm. sää- ja vesistöennusteiden sekä säähavaintojen perusteella. Varallaskapasiteettia tulee olla riittävästi, ettei tulva- yms. tilanteissa jää ylimääräisen veden ainoaksi hallintakeinoksi vesien juoksuttaminen vesistöön. Vaatimus prosessinomaisesta vedenpuhdistuksesta olisi tarpeen etenkin uusia kaivoksia luvitettaessa.</p> <p>Jokaisella toimijalla tulisi olla käytössään toimivat varajärjestelmät pato- ja pohjavuotojen varalle. Tarkkailuun on suositeltavaa sisällyttää pato- ja pohjarakenteiden toimivuuden valvomiseksi suotoveden määrän seurannan ohella kemiallisen laadun seurantaa ja lisätä pohjaveden laadun tarkkailua jätealtaan tai haitallisia aineita sisältävien vesialtoiden ympäristöstä. Uusien jätealaiden pohjarakenteiden valvontaan tulee kehittää ja ottaa käyttöön päivittäisten tarkkailukierrosten lisäksi ennakoivia seurantajärjestelmiä, joilla mahdolliset kalvojen rikkoontumiset ja vuodot voidaan havaita varhain.</p> <p>Tässä raportissa esitettyjen yleisten ja kaivoskohtaisten huomioiden sekä kaivosten omissa vastauksissa esiintuotujen parantamisehdotusten tarkastelua suositellaan hyödynnettäväksi kaivosten omien kehittämissuunnitelmien sekä viranomaisyhteistyössä käytävien keskustelujen pohjana.</p>	
Asiasanat	kaivos, stressitesti, arviointi, ympäristöturvallisuus	
Rahoittaja/toimeksiantaja	Ympäristöministeriö	
	ISBN 978-952-11-4269-7 (PDF)	ISSN 1796-170X (verkkokj.)
	Sivuja 113	Kieli suomi
Julkaisun myynti/jakaja	Luottamuksellisuus julkinen	
Julkaisun myynti/jakaja	Julkaistu on saatavana vain internetistä: <a href="http://www.ym.fi/julkaisut">www.ym.fi/julkaisut</a>	
Julkaisun kustantaja	Ympäristöministeriö	
Painopaikka ja -aika	Helsinki 2014	

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Miljöministeriet Miljövårdsavdelningen	Datum Februari 2014
Författare	Tero Välsä (red.), Timo Jouttijärvi, Antti Kallio, Sari Kauppi, Päivi Kauppila, Hannu Komulainen, Juha Laasonen, Jutta Laine-Ylijoki, Minna Leppänen, Jussi Reinikainen och Margareta Wahlström	
Publikationens titel	<b>Kaivosten stressitestit 2013</b> (Stresstest för gruvor 2013)	
Publikationsserie och nummer	Miljöministeriets rapporter 2/2014	
Sammandrag	<p>Till följd av de skador på vattendragen som uppstod i anslutning till Talvivaaragruvan i november 2012 beslutade Finlands regering att gruvorna i landet ska stresstestas. I januari 2013 tillsatte miljöministeriet en myndighetsarbetsgrupp med uppgift att behandla miljösäkerheten vid gruvorna genom att bedöma myndigheternas uppgifter och befogenheter samt styrmedlen och samarbetet med tanke på förebyggandet av miljöskador i gruvorna. Ett av arbetsgruppens redskap var stresstest för gruvorna.</p> <p>Det första skedet av stresstestningen innebar att gruvorna själva utvärderade sin verksamhet med hjälp av ett enkätformulär. Efter detta fick en grupp sakkunniga som utnämns av miljöministeriet gå igenom gruvornas självbedömningar och ge respons på dessa. I enkätdelen av stresstesterna beskrevs sju riskfyllda situationer kring vilka det ställdes sammanlagt 15 frågor. Bland de riskfyllda situationer som valdes till testet fanns bl.a. exceptionellt stor nederbörd som försvårar behandlingen, lagringen och bortledandet av vatten samt dammkonstruktioner som inte klarar av den exceptionella belastning som den stora vattenmängden orsakar.</p> <p>Enkäten sändes till 21 gruvor och anrikningsverk. Samtliga metallmalmsgruvor och anrikningsverk för metallmalm testades, och utöver dessa även några gruvor och anrikningsverk för industrimineraler samt karbonatgruvor som behandlar rikligt med kemikalier eller vars avfalls- eller vattendammarna kan orsaka fara för människan och miljön ifall en olycka sker. Det kom in sammanlagt 20 svar inom utsatt tid.</p> <p>Svaren innehöll också beskrivningar av nuvarande god praxis samt utvecklingsförslag. Gruvorna är överlag relativt väl insatta i och förberedda på sådana exceptionella situationer som togs upp i stresstestet. I synnerhet när det gäller övervakning av dammkonstruktioner, beredskap för nödreparationer av damm- och botten-skador, identifiering av skadliga utsläpp, beredskap för elavbrott och skadegörelse samt information om undantagssituationer verkar så gott som alla gruvor ha god kontroll. Det framkom däremot brister när det gäller vattenhantering, förebyggande av dammskador, observation och hantering av exceptionella utsläpp samt när det gäller identifiering av, insikter i och kontroll av utvinningsavfallets kemiska omvandling.</p> <p>I fråga om hanteringen av vattenmängder är det viktigt med prognostisering bl.a. utifrån väder- och vattenprognoser och väderobservationer. Det bör finnas tillräckligt med reservbassänger så att översvämningar och liknande situationer kan hanteras också på andra sätt än genom avtappning av överskottsvatten i vattendrag. Kravet på processbetonad vattenrening är nödvändigt framför allt när det beviljas tillstånd för nya gruvor.</p> <p>Varje aktör bör ha välfungerande reservsystem med tanke på eventuella damm- och bottenläckage. För att man ska kunna övervaka att damm- och bottenkonstruktionerna fungerar som de ska rekommenderas att kontrollen utöver uppföljning av mängden lakvatten också inbegriper uppföljning av den kemiska kvaliteten och ökad kontroll av grundvattenkvaliteten i miljön kring avfallsbassänger eller vattenbassänger som innehåller skadliga ämnen. När det gäller tillsynen över bottenkonstruktionerna i nya avfallsbassänger bör det parallellt med de dagliga kontrollerna utvecklas och tas i bruk prognostiserande uppföljningssystem med vilka det tidigt går att upptäcka eventuella skador i höljet och läckor på grund av dessa.</p> <p>Det rekommenderas att granskningen av de allmänna och gruvspecifika observationerna i denna rapport och de förbättringsförslag som gruvorna lagt fram i sina svar utnyttjas dels när gruvorna utarbetar egna utvecklingsplaner, dels i de diskussioner som förs inom ramen för myndighetssamarbetet.</p>	
Nyckelord	gruva, stresstest, utvärdering, miljösäkerhet	
Finansiär/uppdragsgivare	Miljöministeriet	
	ISBN 978-952-11-4269-7 (PDF)	ISSN 1796-170X (online)
	Sidantal 113	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	
Beställningar/distribution	Publikationen finns tillgänglig endast på internet: <a href="http://www.ym.fi/julkaisut">www.ym.fi/julkaisut</a>	
Förläggare	Miljöministeriet	
Tryckeri/tryckningsort och -år	Helsingfors 2014	

Kaivosten stressitestit toteutettiin vuonna 2013. Testien avulla selvitettiin, miten kaivokset olivat varautuneet ympäristönvaaraa mahdollisesti aiheuttaviin poikkeus-tilanteisiin. Testaus toteutettiin laatimalla kaivoksille kysely. Asiantuntijoista koostunut arviointiryhmä arvioi kaivosten vastaukset ja laati testauksesta loppuraportin.

Testattuihin poikkeuksellisiin tilanteisiin oli varauduttu kaivoksilla suhteellisen hyvin. Stressinsietokyvyn kannalta haasteellisimmaksi osoittautui vesien hallinta.

Raportti sisältää kuvauksen stressitestimenettelyn kehittämisestä, testauksen toteuttamisesta sekä testien tuloksista ja niihin liittyvistä johtopäätöksistä ja kehittämisehdotuksista.



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment